Jean Boyer



EYROLLES

SERIAL MAKERS

Réparer soi-même, c'est économique, écologique et valorisant

Abondamment illustré et fourmillant de conseils pratiques, cet ouvrage est dédié à la réparation des principaux appareils électroniques : téléviseurs, ordinateurs, consoles de jeux, smartphones, appareils photo, chaînes hi-fi, vidéoprojecteurs... Pour chaque type d'appareil, il fournit des méthodes infaillibles pour diagnostiquer et réparer les pannes les plus fréquentes. Nourri par la très grande expérience de son auteur, ce livre s'inscrit totalement dans la mouvance *Do It Yourself*, : réparons pour éviter le gaspillage, épargner la planète et rendre l'utilisateur autonome et responsable !

À qui s'adresse ce livre ?

- Aux passionnés d'électronique, réparateurs amateurs, bricoleurs...
- À tous ceux qui souhaitent donner une deuxième vie à leurs appareils électroniques

---

Au sommaire

S'organiser • Sécurité et prévention • L'espace de travail du réparateur • **Diagnostiquer et réparer** • Les opérations de base • Réparer un téléviseur à écran LCD/LED • Réparer un téléviseur à écran plasma • Réparer un ordinateur • Réparer un autre appareil électronique (console de jeux, smartphone, appareil photo, Caméscope, chaîne hi-fi, lecteur/graveur de CD, DVD ou Blue-ray, magnétoscope, radio, vidéoprojecteur, télécommande, horloge) • Réparer un circuit d'alimentation • **Connaître les composants électroniques** • Caractéristiques des composants • Contrôler les composants • Remplacer des composants • Codification et marquage des composants • **Annexes** • Recherche de documentation • Recherche de composants • Sites web utiles • Glossaire.

Sur www.serialmakers.com

- Consultez les compléments (conseils pratiques, tutoriels, etc.)
- Dialoguez avec l'auteur

Passionné de radioélectricité puis d'électronique depuis son plus jeune âge, **Jean Boyer** a travaillé comme réparateur, avant d'en faire son principal hobby depuis 30 ans.



www.editions-eyrolles.com

Code éditeur : G13936
ISBN : 978-2-212-13936-5

RÉPAREZ VOUS-MÊME VOS APPAREILS ÉLECTRONIQUES

JEAN BOYER

RÉPAREZ VOUS-MÊME VOS APPAREILS ÉLECTRONIQUES





Éditions Eyrolles
61 bd Saint-Germain
75240 Paris Cedex 05
www.editions-eyrolles.com

ISBN : 978-2-212-13936-5

REMERCIEMENTS

À Eugène Aisberg, qui m'a appris que « l'électronique, mais c'est très simple ! » dans ses ouvrages ;

À Monsieur Galois, de Télé-Reims, qui m'a ouvert son atelier quand j'avais 13 ans ;

À Eugène Poirot, ancien directeur de l'École centrale d'électronique, rue de la Lune, à Paris.



TABLE DES MATIÈRES

PARTIE 2

DIAGNOSTIQUER ET RÉPARER



PARTIE 3

CONNAÎTRE LES COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES





AVANT-PROPOS

Avec quelques connaissances en électronique, il est généralement assez facile de réparer les appareils électroniques actuels. En effet, la majeure partie des pannes se produisent « là où ça chauffe », c'est-à-dire dans les circuits de puissance (alimentations électriques ou leurs circuits associés, étages d'amplification de puissance…).

Pour tout amateur réparateur prévoyant, il convient tout d'abord de se constituer un bon espace de travail, équipé du matériel nécessaire (appareils de mesure, outils, logiciels…). Ce livre vous guidera dans cette tâche, en vous indiquant ce qui est indispensable, utile ou facultatif. Il faudra ensuite savoir identifier les différents blocs constitutifs des appareils, selon leurs catégories. Attention, cet ouvrage n'a pas la prétention d'être un recueil d'apprentissage de l'électronique : pas de mathématiques donc, mais juste ce qu'il faut de théorie sur le fonctionnement des différents circuits pour être en mesure de les réparer.

Face à un appareil défectueux, vous devrez alors vous mettre à la recherche des informations indispensables (notice d'utilisation détaillée souvent perdue, manuel de service ou de dépannage, schémas…), avant d'explorer les forums spécialisés où chacun peut soumettre son problème ou faire partager son expérience. N'oubliez pas qu'il y a quelques années encore, il était quasiment impossible en l'absence d'Internet de réparer ces appareils, tellement la documentation les concernant était importante, complexe et souvent coûteuse à se procurer sous forme papier.

Discerner les types de pannes rencontrées et les localiser est une étape majeure où le flair est indispensable ; si la chance vous sourira parfois, ce seront surtout la persévérance et la réflexion qui se révèleront payantes.

À ce stade, il faudra parfois, avec regret mais réalisme, vous résigner à laisser cet appareil rejoindre les trop nombreux objets mis à la déchetterie. Je dis trop nombreux car justement peu d'entre nous sont à même de distinguer ceux qui sont réparables, auxquels il est envisageable d'accorder une deuxième vie, de ceux qui sont manifestement en bout de course. Une autre raison conduisant à jeter un appareil est le coût des réparations assurées par un professionnel, très souvent dissuasif face à la baisse des prix du matériel neuf : dans la plupart des cas, le propriétaire préfère jeter l'éponge et se débarrasser de l'appareil défaillant dès la lecture du devis du réparateur, pour le plus grand bonheur de l'amateur friand de réparations qui y trouvera de l'intérêt.

Une fois la panne *(a priori)* localisée, il importe de repérer l'intrus, et bien souvent les intrus, c'est-à-dire les composants qui sont à l'origine du dysfonctionnement, ayant défailli soit d'eux-mêmes, soit entraînés par le voisin dans une destruction irréversible. S'il est facile de se constituer un minimum de stock de composants classiques de remplacement (condensateurs, diodes, transistors, résistances, etc.), il est en revanche impossible de disposer, à portée de main, de tous les circuits intégrés utilisés, qui de nos jours sont bien trop nombreux. Un diagnostic précis et fiable s'impose donc avant d'acheter en remplacement une carte électronique coûteuse ou un circuit intégré difficile à dénicher.

C'est le cœur même de ce livre, qui vous accompagnera dans l'établissement de ce diagnostic et vous aidera à déterminer la réparation appropriée.

Commence alors la recherche de la pièce neuve ou d'occasion. Cette fois encore, merci à Internet d'exister ! Imaginez sinon le nombre de courriers ou d'appels téléphoniques nécessaires pour trouver un revendeur en Angleterre, Allemagne, Pologne, Lituanie, Chine... car c'est rarement en France, malheureusement, que l'on peut se fournir en pièces détachées peu courantes.

Le moment fatidique arrive enfin ! Avec précaution et méthode, le ou les composants défectueux sont remplacés… Ultime vérification, première remise sous tension… Et toujours la petite angoisse de voir surgir la fumée ou d'entendre le « clac » ruinant tous les espoirs : voilà à nouveau les composants neufs détruits car un autre intrus se cachait, malfaisant, ne se contentant pas de provoquer la panne mais emportant les autres dans sa chute ! Alors, cette fois encore, il faudra être persévérant, méthodique, consciencieux et réfléchi pour ne pas retomber dans le piège. Mais soyons positifs, ce scénario est plutôt rare si l'on sait s'en prémunir par quelques précautions toutes simples.

Alors survient finalement le moment tant attendu de SATISFACTION ! Une image apparaît enfin sur l'écran du téléviseur, un son limpide s'échappe de la chaîne hi-fi ! Même si, après le petit moment bien mérité d'euphorie contemplative de son travail, il faut cependant s'assurer que l'appareil est réparé « pour de bon », je veux dire de façon complète, sûre et durable.

C'est ainsi que s'achève, presque à regret, le dépannage d'un appareil. Je dis à regret car si, comme moi, vous aimez les romans policiers, vous savez bien que le plus intéressant n'est pas de démasquer l'assassin et de le punir, mais plutôt de partir à sa recherche avec pour seuls outils son discernement, des indices toujours trop peu nombreux, des fausses pistes, un peu de chance et beaucoup de patience. L'aventure s'achève peut-être, mais peut-être pas car au moment de ranger son labo, c'est incroyable ce qu'on sort comme outils, composants, documentation, le tout se trouvant alors en vrac sur la table de travail.

Mais pour bien finaliser votre mission, pourquoi ne pas en partager les émotions avec les autres ? Tous à vos claviers, à vos forums, sur vos sites favoris, et si possible en bon français (pensez aux lecteurs puristes mais aussi aux étrangers déjà en difficulté face à notre langue complexe)… ou pourquoi pas en anglais ! Là, on vous pardonnera plus volontiers vos fautes, gratifiant l'effort que vous aurez fourni pour vous exprimer. Rappelez-vous que l'anglais technique est très facile : avec un peu d'habitude, on parvient à se faire comprendre aisément : si vous ne savez pas comment traduire en anglais votre propos, soyez plus simple, moins académique mais tout aussi explicite. Croyez-moi, ça marche avec un peu d'entrainement. Un exemple ? Si vous voulez dire : « j'ai consulté le schéma de l'appareil mais sans avoir la chance de trouver la partie qui m'intéressait, présentée comme une boîte noire », dites simplement : « Cette partie du schéma n'est pas dans la documentation ». Essayez de traduire les deux phrases, vous verrez.

Autre chose, n'oubliez pas que le dépannage des appareils n'est pas sans risque, qu'on ne réussit pas toujours et que parfois le remède est pire que le mal ! Il existe malheureusement des situations où la tentative de réparation se traduira par un échec lamentable et l'appareil restera ou deviendra (en cas de casse) définitivement irréparable.

Ah, encore un dernier conseil : votre premier réflexe doit être d'utiliser vos yeux et vos oreilles lors des premiers instants consacrés au diagnostic de la défaillance. En effet, une première observation visuelle vous livrera d'innombrables indices comme la déformation d'un condensateur, les traces de produits ayant coulé sur les circuits, les signes d'échauffement ou de brûlures, d'oxydation, d'arc électrique, etc. Avec l'oreille, vous entendrez les circuits d'alimentation souffrir parfois d'une surcharge

ou d'un court-circuit. Oui, on les entend ! Un bruit anormal, un son provenant de l'alimentation réessayant sa mise en marche sans cesse… sont autant d'indices à prendre en compte. Avec un peu d'habitude, vous parviendrez aussi à reconnaître le son caractéristique d'une surchauffe (condensateur) ou d'un arc électrique se produisant dans un circuit.

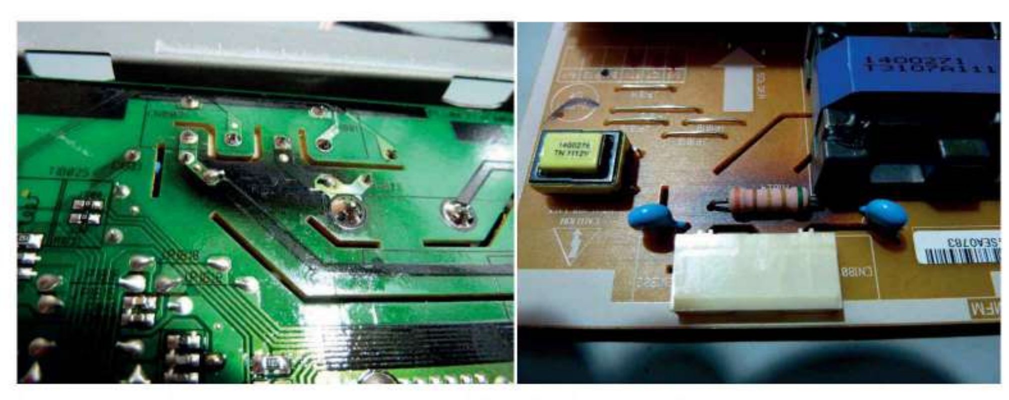


Figure 1. Traces de surchauffe

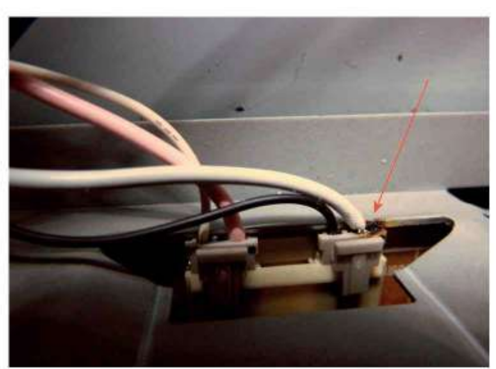


Figure 2. Présence d'un arc électrique



Figure 3. Traces de liquide ayant coulé sur le circuit

Travaillez dans le silence et avec un bon éclairage pour ce premier contact avec un appareil défectueux.

Alors à vos labos, que votre recherche soit fructueuse, et bonne chance !

PARTIE 1

S'ORGANISER

Avant d'entreprendre tout dépannage d'appareil électronique, vous devez connaître les règles de base en matière de sécurité et de prévention. Et, bien sûr, disposer d'un espace de travail approprié, équipé des bons outils !

CHAPITRE 1

SÉCURITÉ ET PRÉVENTION

Je ne l'ai pas évoquée en préambule, mais la sécurité est un sujet incontournable avant d'entreprendre une activité de dépannage d'appareils électroniques.

En effet, tout appareil électrique, même alimenté par piles ou batterie peut présenter des dangers réels lors de sa manipulation par le dépanneur. De même, une fois débranché, un appareil électrique peut stocker encore pendant plusieurs minutes (parfois des heures) de l'énergie électrique qu'il faut savoir éliminer avant toute intervention. Par exemple, un ordinateur portable alimenté par une batterie de 15 ou 19 volts (tension non dangereuse) possède parfois des circuits générant plusieurs milliers de volts au niveau du rétroéclairage de son écran ! Par ailleurs, l'intensité de décharge de la batterie peut provoquer des échauffements lors de courts-circuits non intentionnels, voire une explosion. Un téléviseur a lui aussi des circuits générant de la très haute tension à des valeurs létales. De plus, il est alimenté en général par la tension du secteur, c'est-à-dire 220 volts, donc très dangereux. Un lecteur de CD ou DVD possède quant à lui un laser dangereux pour les yeux. Il faut donc se prémunir des risques de choc électrique, brûlure ou blessure et pour cela un certain nombre de précautions élémentaires s'imposent. Nous allons les examiner.

Bien que moins fréquents, d'autres dangers sont aussi à considérer et doivent faire l'objet d'une attention particulière de la part du dépanneur : blessures liées au démontage mécanique des appareils, au tranchant des tôles formant le châssis, à certains outillages et aux produits chimiques utilisés… Ces risques existent dans toute activité de bricolage, mais encore plus en électronique.



Rappelez-vous toutefois que rien ne peut remplacer votre attitude responsable en face du danger et sachez qu'il est impossible de l'éliminer totalement !

Prévention des dangers électriques

La manipulation d'appareils électroniques implique souvent, même pour ceux alimentés par piles ou batteries, des investigations au cœur de circuits. Ceux-ci sont alimentés par des tensions élevées qui peuvent provoquer brûlures ou électrocution. Un simple choc électrique, inoffensif en lui-même, peut s'avérer fatal pour un cœur fatigué ou malade. Il convient donc d'être très prudent en la matière et de respecter un minimum des règles de sécurité, que ce soit dans l'établissement de l'espace de travail ou lors de la manipulation des appareils. Nous allons les passer en revue.

UNE ALIMENTATION ÉLECTRIQUE AUX NORMES

La première précaution à respecter au niveau de l'espace de travail dédié à la réparation des appareils électriques ou électroniques sera d'utiliser une alimentation électrique aux normes et surtout d'éviter les bricolages qui peuvent se révéler dangereux. En particulier, on devra s'assurer de disposer :

- d'une prise de terre sur chaque prise ;
- d'un nombre suffisant de prises électriques (éviter ainsi les prises multiples et les rallonges) ;
- d'une protection par interrupteur ou disjoncteur différentiel (minimum 30 mA, voire 10 mA si possible) ;
- d'une protection par disjoncteur modulaire (10 A ou moins) ;
- d'un transformateur d'isolement (pas un autotransformateur qui n'isolerait pas du réseau électrique) pour certaines manipulations particulières que nous évoquerons ;
- d'une table de travail et d'un sol isolant ;
- d'un lieu non humide.

Sur ces recommandations, je voudrais préciser un certain nombre de points.

1 Disposer d'un nombre de prises suffisant permet de se dispenser des prises multiples qui sont toujours sources de problèmes. On a peu de raisons de devoir utiliser des appareils à forte consommation, donc peu de risque de surcharge des prises ; mais en évitant prises multiples et rallonges, on se pare aussi contre l'encombrement inutile du plan de travail.

2 La protection différentielle, si elle ne supprime pas les accidents, peut en limiter la portée : en effet elle coupe l'alimentation électrique dès qu'un fil est touché, si le corps est en liaison avec une masse métallique mise à la terre (châssis d'un appareil par exemple ou le sol non isolant). La faible intensité (30 ou 10 mA) évite que le corps ne soit choqué par une puissance trop importante et dangereuse. Mais attention, cette protection n'est pas toujours efficace, notamment pour les personnes cardiaques. De plus, le disjoncteur différentiel sera totalement inopérant si vous touchez simultanément les deux conducteurs (phase et neutre) de votre alimentation secteur 220 V, un disjoncteur ou interrupteur différentiel détectant les écoulements de courant électrique vers la terre.

3 La protection par disjoncteur modulaire permet d'éviter la surcharge des prises, mais elle évitera également (au moins parfois) à vos appareils défectueux de subir des chocs électriques puissants trop longtemps, voire de priver toute votre habitation de courant électrique en faisant sauter le disjoncteur général.

4 Utiliser un transformateur d'isolement de qualité et puissance suffisantes pour le travail sur les alimentations permet de rendre flottante l'alimentation électrique de l'appareil sous examen, ce qui est indispensable pour le dépannage de la partie primaire des alimentations. Nous en parlerons plus longuement dans le chapitre 8 consacré au dépannage des alimentations.

5 Disposer d'une table de travail isolante (bois ou matériau plastique non électrostatique, genre formica…) est indispensable pour écarter, durant les manipulations, les contacts intempestifs des éléments avec la terre car, bien entendu, si une table métallique devait être utilisée, elle devrait impérativement être reliée à la terre, à la fois pour une meilleure sécurité mais aussi pour éviter l'accumulation de charges électrostatiques dangereuses pour les circuits électroniques.

6 Le sol, quant à lui, s'il est isolant (linoléum, caoutchouc, parquet…) préservera le corps de tout contact, même imparfait avec la terre, par l'intermédiaire des pieds. On évitera carrelage ou ciment et, encore plus, tout sol humide comme la terre battue d'une cave qui est à proscrire impérativement. Il est en effet peu recommandé mais peu dangereux de toucher par inadvertance un fil électrique sous tension moyenne (220 V) si le corps est bien isolé de la terre (pensez aux oiseaux sur les fils électriques : ils se tiennent allègrement sur des fils parcourus par des courants et tensions élevés ; mais ils évitent en revanche tout contact simultané avec le poteau ou une branche d'arbre). Si le sol n'est pas isolant, on peut toujours y adjoindre un tapis isolant en caoutchouc ou linoléum ou porter des chaussures isolantes mais surtout bannir tout local humide pour travailler sur des équipements reliés au secteur électrique.

7 Il est parfois recommandé d'utiliser des bracelets conducteurs de mise à la terre pour éviter l'accumulation d'électricité statique par le corps, ce qui pourrait provoquer la destruction de circuits, notamment des circuits intégrés. Autant je pense cette mesure indispensable dans un laboratoire ou lors de la manipulation des circuits en cours de fabrication ou d'assemblage, autant je la déconseille dans le cadre d'activités de réparation. En effet, les circuits sont suffisamment protégés par construction et dans leur environnement d'utilisation. Ces bracelets iraient à l'encontre des précautions mentionnées précédemment tendant à éviter la mise en liaison du corps avec la terre sans pour autant apporter un avantage au dépanneur. Je n'ai pour ma part jamais porté un tel bracelet et n'ai jamais eu de problème.

Une bonne précaution lors de la manipulation des circuits consiste à toucher le circuit imprimé d'une main et le composant concerné (tournevis ou autre élément à mettre en contact avec le circuit) de l'autre main avant d'entreprendre réellement l'action envisagée. Cela aura pour conséquence de décharger en douceur les éventuelles charges électrostatiques présentes entre les circuits de l'appareil et l'élément à relier grâce à la résistance électrique élevée du corps humain. Il est bien entendu tout à fait déconseillé de changer des éléments ou connecter/déconnecter des liaisons intérieures à un appareil lorsqu'il est sous tension, à la fois pour la sécurité de l'intervenant, mais aussi pour éviter la destruction des circuits avoisinants.

PRÉVENTION DES CHOCS ÉLECTRIQUES INOPINÉS

Pour supprimer tout contact électrique involontaire du corps, le plus simple (à part de couper le courant) est de limiter au maximum les surfaces dangereuses susceptibles d'entrer en contact avec les mains ou bras de l'opérateur. C'est souvent par inadvertance que ces contacts inopinés et parfois dangereux surviennent (je cherche la pince et touche par mégarde les parties sous tension élevée du téléviseur lors du mouvement). Nombreux sont en effet les éléments métalliques comme les refroidisseurs métalliques qui peuvent être sous tension élevée notamment et ceci est surtout vrai au niveau des circuits d'alimentation.

Une bonne précaution consiste à isoler temporairement l'accès aux parties sous tension élevée, à l'aide de couches de plastique (comme une couverture de cahier d'écolier) collées sur le circuit imprimé avec du ruban adhésif.

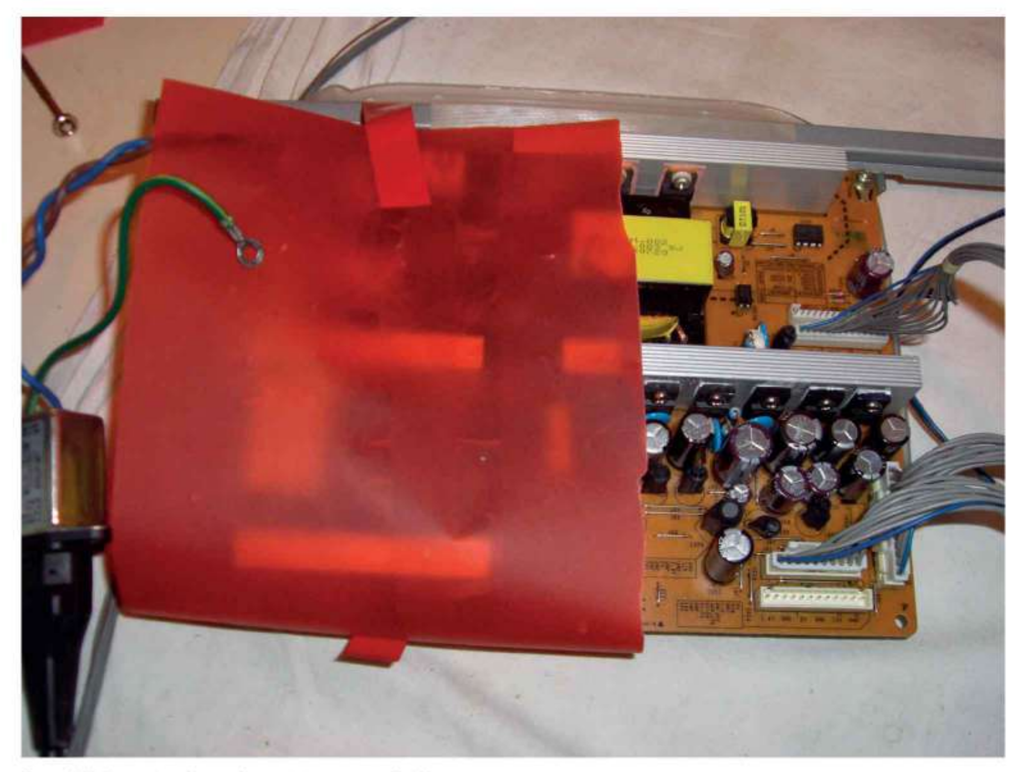


Figure 1-1. **Protection d´une alimentation en cours de dépannage**

Bien entendu, si on doit travailler sur les parties reliées au réseau électrique, cette précaution ne pourra être suivie ; dans ce cas, un bon réflexe est de mettre une main dans sa poche lorsqu'on approche une sonde de mesure ou un tournevis de réglage des parties sous tension. Cette précaution évitera que, en cas de contact accidentel de la main utilisée pour la manipulation, l'autre main puisse être en contact avec une partie non isolée et puisse ainsi engendrer une secousse électrique.

Certains appareils alimentés par piles ou batteries (petits téléviseurs, ordinateurs portables, appareils photographiques avec flash incorporé, flash électronique...) possèdent des circuits élévateurs de tension, générant plusieurs centaines de volts. Ces tensions peuvent être dangereuses.

Il est aussi recommandé de porter des vêtements couvrant les bras et les jambes, suffisamment épais et des chaussures isolantes. On peut également porter des gants isolants mais attention, s'ils sont trop fins (latex), ils risquent de se percer facilement, rendant l'utilisateur encore plus vulnérable car se croyant protégé. De plus, ils n'isolent pas des tensions élevées fréquentes notamment dans les téléviseurs. Je reconnais que travailler avec des gants au niveau de la micro-électronique est utopique !

Par ailleurs, il est impératif de ne pas porter de bijoux aux mains, aux bras, encore moins au cou. Une simple bague, mise en contact avec une tension de 3,3 V sous plusieurs ampères, pourra s'échauffer en cas de court-circuit et, bien que la tension soit inoffensive, provoquer une forte brûlure. Que dire

d'une chaîne de cou avec sa médaille qui entrera en contact avec les circuits sous tension en se penchant au-dessus de l'appareil !

Toujours débrancher les appareils lors de leur manipulation ou du changement d'un composant soudé ou enfiché, bien penser à décharger les condensateurs qui peuvent avoir emmagasiné des tensions élevées et les conserver durant plusieurs minutes.

RÈGLES DE BASE

Afin de mettre toute les chances de votre côté et éviter les accidents, il est indispensable de travailler dans un endroit possédant une installation électrique bien conçue et protégée (selon les normes en vigueur), non humide, sur une surface isolante suffisamment grande et bien rangée et surtout dans le calme.

La présence à proximité d'une autre personne est recommandée lorsqu'on opère sur des appareils présentant des risques d'électrocution, afin d'intervenir en cas d'accident. S'il s'agit d'une règle impérative de sécurité dans les sociétés industrielles ou de maintenance, rappelons aux amateurs que le travail d'une personne seule est proscrit par sécurité.

Soyez prudent, méthodique et jamais trop sûr de vous, l'inattention coûte parfois très cher !

Prévention des autres dangers

Les autres dangers spécifiques au dépannage des appareils électroniques concernent essentiellement le soudage/dessoudage des composants et l'utilisation des produits chimiques lors du nettoyage ou décapage des circuits.

RISQUES DE BRÛLURES ET D'INCENDIE

L'outillage spécifique permettant de réaliser des soudures à l'étain est indispensable, nous y reviendrons dans le chapitre 2 consacré à l'équipement de l'espace de travail. Le démontage des composants à remplacer (ou à récupérer) requiert également d'utiliser des appareils de dessoudage.

Or, un fer à souder électrique ou, parfois, à gaz de briquet, génère une température de l'ordre de 300 à 400 °C selon la soudure employée. Inutile de dire qu'une telle température peut provoquer des brûlures importantes et profondes sur la peau humaine. Il faudra donc prendre garde à ne toucher ni les éléments chauds du fer à souder ni les composants lors de leur soudure. De même, si la soudure concerne un élément à inertie thermique importante (blindage par exemple), il faudra s'armer de patience et ne pas toucher trop rapidement après l'opération de soudage l'élément considéré mais également le circuit imprimé sur lequel il est soudé. Enfin une bonne soudure nécessite un fer à souder en bon état et doté d'une panne propre. Son nettoyage à chaud, fréquemment nécessaire, devra être réalisé à l'aide d'une éponge mouillée ou dans un creuset rempli de laine d'acier à l'exclusion de tout morceau de chiffon qui risquerait de brûler et qui, d'ailleurs, ne nettoierait pas la panne

du fer. Le fer à souder devant rester chaud durant toute l'opération de soudure, veillez à disposer d'un support permettant de le laisser au repos, les parties chaudes étant inaccessibles.

Les autres outillages présentant un danger lors des opérations de soudage/dessoudage sont les appareils à air chaud. En plus des parties chaudes qu'il faut bien entendu éviter, il faudra se méfier des jets d'air chaud (plusieurs centaines de degrés) sous pression et évidemment invisibles, qui peuvent facilement atteindre la peau lors des opérations.

Le contact des outils de soudure avec les plastiques environnants, voire avec des étiquettes en papier, sera proscrit : bien que le risque d'entrée en combustion soit faible, cette précaution évite d'abîmer parfois de façon irréversible un composant (connecteur par exemple) ou le précieux marquage existant sur une carte circuit imprimé, et cela empêche de plus l'émission d'une fumée nocive (plastiques).

Ne laissez évidemment jamais un équipement de soudage/dessoudage sous tension (ou allumé s'il s'agit d'un fer à gaz) en votre absence : cela est inutile, consommateur d'énergie et surtout dangereux.

Des produits hautement inflammables sont fréquemment utilisés pour nettoyer ou décaper, acétone ou alcool isopropylique par exemple. Il faudra se méfier de ne pas provoquer d'arc électrique lors de leur utilisation. Même mis hors tension, rappelez-vous que les condensateurs peuvent conserver une charge électrique susceptible de provoquer des arcs en cas de court-circuit accidentel.

Faut t-il avoir un extincteur à proximité ? Pourquoi pas. Je me garderai bien de le déconseiller mais soyons honnêtes, les risques d'incendie important restent faibles. Un bon vieux chiffon en coton (dont on a besoin par ailleurs pour de multiples raisons) sera tout à fait approprié pour étouffer un départ de feu si un appareil venait à entrer en combustion.

RISQUES CHIMIQUES

Il va de soi que l'usage de produits chimiques présentant des dangers devra se faire avec la plus grande attention : *a priori* peu de produits très agressifs comme les acides sont utilisés, mais des produits hautement toxiques ou fortement inflammables sont fréquents. Ces produits peuvent aussi dégager des vapeurs nocives lors de leur échauffement par un fer à souder par exemple ou même si les choses tournent mal lors d'un essai infructueux ! On bannira, bien entendu, l'utilisation de produits dont l'usage est interdit par la législation comme le trichloréthylène.

Principaux produits toxiques au toucher ou par inhalation :

- peintures et vernis (protection des circuits imprimés) ;
- solvants (alcool, acétone, produit de nettoyage des contacts…) ;
- flux de soudure (lorsqu'il est chauffé) ;
- plastique surchauffé ou en combustion.

Évitez de respirer les vapeurs dégagées du fait de leur utilisation ou d'une surchauffe accidentelle durant le dépannage, et notamment au cours des soudures faites sous une loupe (miniaturisation oblige), contraignant le dépanneur à rester très près de la source de dégagement toxique. Rappelons que la soudure en fil comporte une âme de flux décapant permettant de faciliter la soudure des éléments et dont les vapeurs sont toxiques.

La plupart de ces produits étant très inflammables, prudence donc. L'acétone utilisé pour nettoyer les circuits est, quant à lui, non seulement inflammable mais susceptible en plus d'altérer certains plastiques : à ne pas utiliser sans avoir fait au préalable un essai sur une partie non visible.



Ne travaillez jamais dans un local trop exigu et insuffisamment aéré. Les vapeurs et fumées issues de produits utilisés (parfois des appareils récalcitrants) doivent pouvoir rapidement se dissiper.

RISQUES DE BLESSURES

Le réparateur aura souvent besoin de démonter les appareils défectueux afin d'accéder aux éléments internes. Quelques précautions sont à prendre durant le démontage, notamment avec des appareils dont les boîtiers sont « clipsés » (ordinateurs, petits appareils divers, certains téléviseurs) car ces boîtiers sont difficiles à ouvrir parfois, surtout si on ne connaît pas la position des clips : risques de cassure du boîtier rendant les morceaux coupants, ou de pincement des doigts ! Un boîtier qui résiste c'est très énervant, il faut donc savoir raison garder !

Une autre cause fréquente de blessures des mains est la manipulation des appareils ouverts munis de plaques ou d'équerres métalliques dont les bords, mal ébavurés, se révèlent souvent très blessants.

On se méfiera également des outils tranchants : cutters, pinces à dénuder, pince coupante qui, outre les possibilités de pincement, peuvent provoquer des coupures. Bien entendu, on n'utilisera jamais une lame de cutter à mains nues hors de son support. Même un tournevis peut se révéler dangereux s'il est utilisé à des fins telles que l'ouverture d'un boîtier récalcitrant. On évitera toujours d'avoir les mains ou le visage dans une zone probable d'accident (trajet prévisionnel du tournevis prenant la fuite).

Pour toutes ces manipulations, il sera sage de passer une paire de gants de bricolage.



Rappelez-vous une règle essentielle : ne jamais travailler avec des outils inadaptés, dans un environnement mal ventilé, trop exigu ou mal rangé, la confusion rendant les risques plus importants.



L'ESPACE DE TRAVAIL DU RÉPARATEUR

Travailler dans un lieu organisé, sécurisé, optimisé, est déjà un premier pas vers la réussite de son travail. Disposer des bons outils, du rangement nécessaire et d'un bon éclairage est indispensable. La recherche des pannes sera ainsi facilitée alors qu'un environnement mal ordonné sera souvent le prétexte pour ne pas persévérer.

L'aménagement du lieu de travail

Bien qu'on soit parfois obligé de réparer sur un coin de table du salon et avec pour seul outil ses yeux, les cas de brillantes réussites dans de telles conditions sont rares et les occupants du salon souvent enclins à l'exaspération… Voici, dans l'ordre d'importance, les installations, outils et produits nécessaires à la réparation des appareils.

L'INDISPENSABLE

Tout d'abord, il faut s'équiper d'une **surface de travail** isolante mais non électrostatique, suffisamment grande pour permettre la manipulation aisée des appareils (poser à plat un écran plat de grande dimension, tourner un téléviseur, disposer et interconnecter l'ensemble des cartes constituant un appareil en test, etc.).

Un **miroir** fixé sur le mur derrière le plan de travail renverra une image des parties cachées de l'appareil : pour voir l'écran, les voyants ou l'afficheur à l'avant d'un appareil lorsqu'on travaille sur les circuits placés à l'arrière. Il sera utile également de disposer d'un miroir portatif pour l'examen minutieux des détails : dessus, dessous ou derrière un appareil.

Un **éclairage** important mais non éblouissant est idéal pour une bonne observation des coins et recoins des appareils. On prévoira bien entendu l'éclairage de la pièce, mais aussi plusieurs moyens d'éclairage de l'espace de travail indépendants les uns des autres pour éviter l'éblouissement lorsqu'on manipule un appareil vidéo.

Une **loupe éclairante** permettra l'observation détaillée des circuits ou la recherche de défauts (mauvaises soudures, circuits brûlés, etc.). Il peut s'agir d'une loupe portative, d'une loupe de table ou d'horloger, les grossissements s'échelonnant de 3, 10 à 30 fois sont utiles.

Des **outils de précision**, si possible avec des manches isolés. Nous y reviendrons ultérieurement.

Des **prises électriques** en nombre suffisant pour pouvoir y brancher les appareils en test et les appareils auxiliaires (lecteur DVD, platine disque, etc.) ainsi que les appareils de mesure et les outils électriques utilisés.

On récapitule ?

- Une grande surface de travail isolante.
- Un miroir fixé sur le mur derrière le plan de travail.
- Un éclairage important et non éblouissant.
- Une loupe éclairante.
- Des outils de précision avec manches isolés.
- Des prises électriques nombreuses à proximité.

L'UTILE

Un **transformateur d'isolement 220 V/220 V** de puissance au moins égale à 100 W (300 W pour le dépannage des téléviseurs) est bien utile lorsqu'il s'agit de travailler sur les alimentations à découpage, en isolant leurs circuits primaires du réseau électrique public.

Une **prise électrique portative avec protection différentielle** (30 mA ou mieux 10 mA) avec coupure de test permettra, en cas d'urgence, d'interrompre l'alimentation de l'appareil sans avoir à retirer la prise électrique (souvent difficile à extraire). De plus, cette prise offrira une protection supplémentaire au dépanneur.



Figure 2-1. Prise différentielle 30 mA

Une **prise mobile**, contrôleur de consommation électrique qui permettra de vérifier la consommation en veille et en fonctionnement des appareils, fournissant ainsi une bonne indication sur d'éventuels problèmes d'alimentation électrique rencontrés.

Une **prise équipée d'une lampe en dérivation** fait partie des équipements à prévoir. Si votre appareil fait sauter les fusibles de la maison, inutile de le brancher sans précaution pour essayer à nouveau : ça va sauter inéluctablement si vous n'avez pas trouvé le ou les coupables de la panne. Les appareils électroniques consommant peu en général, le mieux est de munir une prise électrique d'une ampoule à incandescence intercalée en série sur l'un des fils : celle-ci s'allumera plus ou moins fortement selon la consommation de l'appareil et sa puissance. Véritable indicateur de l'état de santé du circuit qui est alimenté, la lampe doit pouvoir être alimentée en 220 V et sa consommation doit être comparable au double de celle de l'appareil (par exemple, pour dépanner une mini-chaîne hi-fi, une lampe de 220 V - 40 W suffira pour les premiers essais). On y reviendra dans toute la partie II du livre. L'utilisation d'une simple ampoule sur un culot amovible permettra de changer celle-ci selon les besoins en puissance. Rappelons que si les ampoules classiques à incandescence deviennent rares, les ampoules halogènes sont toujours commercialisées en puissances variées.

Pas d'ampoules basse consommation !

Il est bien entendu hors de question d'utiliser des ampoules basse consommation pour cet usage, en raison de la présence d'un circuit électronique interne à la lampe qui ne permet pas un fonctionnement normal en dehors de la tension électrique nominale prévue. Ces lampes ne peuvent pas d'absorber la puissance électrique de façon progressive en fonction de la consommation de l'appareil relié. C'est pour cette même raison que ces lampes ne peuvent pas être utilisées avec un variateur de puissance.



Figure 2-2. **Prises murales dont une avec lampe à incandescence en série**

On pourra doter une prise normale et la prise équipée de la lampe en série d'un interrupteur coupant la phase (par sécurité), afin d'offrir la possibilité, lors des essais, de couper le courant immédiatement si nécessaire.

Un **accès à Internet** et un **ordinateur personnel** à portée de main sont indispensables pour accéder aux divers documents (manuels de dépannage, feuilles de données techniques de composants, forums de discussion, etc.). En se munissant en plus d'une imprimante, on pourra imprimer les fiches, ce qui s'avère infiniment plus pratique que la consultation des schémas à l'écran ! Une tablette (minimum 10 pouces) est également très commode pour les visualiser aisément ; facilement déplaçable et à forte autonomie, elle sera bien plus pratique qu'un ordinateur, même portable.

Une ou plusieurs **prises d'antenne TV et FM** font aussi partie d'un équipement bien utile au dépanneur.



Personnellement, j'utilise deux tables de travail ; l'une permet d'examiner les appareils en fonctionnement, l'autre de réparer les circuits démontés une fois la panne localisée. Cela évite de faire cohabiter sur un même espace les outils et les appareils.

Retenez bien que toutes les prises électriques doivent être munies d'une terre de qualité. Prenez soin de bien choisir un transformateur d'isolement et non pas un autotransformateur qui n'assure pas la séparation entre les circuits primaire et secondaire. Ceci est indispensable pour pouvoir observer les signaux à l'aide d'un oscilloscope dont la masse est reliée à la terre. C'est aussi une sage précaution de sécurité pour le dépanneur.



Figure 2-3. **Transformateur d'isolement 220 V/220 V - 100 W**

On récapitule ?

- Un transformateur d'isolement 220 V.
- Une prise électrique portative avec protection différentielle (30 mA ou mieux 10 mA) et interrupteur.
- Une prise mobile.
- Une prise équipée d'une lampe en dérivation.
- Un accès à Internet.
- Un ordinateur personnel.
- Une ou plusieurs prises d'antenne TV et FM.

LE PRÉCIEUX

Pourrait-on demander à un non-voyant de dépanner un appareil électrique ou électronique ? Sans doute non, hélas, quoique connaissant leur pugnacité, leur capacité de concentration et leur persévérance, je suis convaincu que cela serait possible pour certains. Mais que peut-on attendre d'un dépanneur qui ne peut correctement voir les circuits de ses appareils ? C'est pourquoi je préconise de se doter des **divers moyens permettant d'examiner en détail les appareils** : éclairages portatifs, à piles ou alimentés par le secteur électrique (à utiliser pour l'observation des parties dissimulées des appareils), mais aussi des petits miroirs, loupes éclairantes ou non, voire une loupe d'horloger, bien précieuse parfois, etc.

Un auxiliaire utile sera l'**appareil photo numérique** disposant si possible d'une position de mise au point « macro ». Ce dernier permettra non seulement de garder des souvenirs de ses dépannages (comme un pêcheur de ses prises !), mais surtout de prendre des clichés des appareils avant et durant leur démontage afin de pouvoir les remonter sans difficulté après parfois plusieurs semaines d'attente des pièces de remplacement. La prise de clichés sera aussi une nécessité si vous souhaitez intervenir dans les forums de discussions techniques que vous soyez demandeur ou fournisseur d'informations : pour illustrer la panne si elle est visuelle (téléviseur ou ordinateur), pour montrer les circuits suspectés, permettant aux internautes de reconnaître les appareils…

Enfin, un **logiciel de dessin** ou de tracé de schéma permettra au technicien averti de documenter son travail par un plan ou un schéma. Il existe de nombreux logiciels gratuits, largement suffisants pour les besoins du technicien en dépannage. Si en plus d'être intéressé par le dépannage, vous aimez aussi concevoir des circuits, ces logiciels vous seront indispensables pour la réalisation des plans mécaniques et électroniques de vos projets. N'oubliez pas qu'un bon dessin (ou une bonne photo) vaut souvent mieux qu'un long discours !

On récapitule ?

- Divers moyens d'éclairage de précision.
- Un appareil photo numérique.
- Un logiciel de dessin technique.

Les appareils de mesure

Il est évidemment nécessaire de disposer d'un minimum d'instruments de mesure pour pouvoir réparer les appareils électroniques de plus en plus sophistiqués que nous connaissons aujourd'hui.

L'INDISPENSABLE

À moins de limiter ses ambitions à la vérification visuelle ou au remplacement (souvent insuffisant) d'un fusible, la réparation des appareils électroniques nécessite outre les rudiments en électronique, quelques appareils indispensables pour pouvoir diagnostiquer les pannes avec succès.

Un multimètre numérique

Il doit avant tout permettre de vérifier tensions et intensités, mais également la valeur des résistances, voire des condensateurs et inductances. Un multimètre digital permettant la mesure des tensions et intensités (un calibre 10 A est nécessaire), des courants alternatifs et continus, des résistances et si possible des capacités deviendra vite incontournable. Le *nec plus ultra* permettra la mesure des fréquences, des inductances, la vérification des diodes et transistors.

Il est inutile de se procurer des appareils coûteux de très haute précision : un multimètre coûtant quelques dizaines d'euros sera largement suffisant dans presque tous les cas.



Figure 2-4. **Multimètre numérique**

Un multimètre analogique

Quitte à paraître rétrograde à certains, il me semble que le bon vieux multimètre à cadran (à aiguille) a toujours sa place dans l'espace de travail de l'électronicien. Je ne cesserai jamais de le recommander car il permet de voir les valeurs fluctuantes bien mieux qu'un multimètre digital. De même, les tests de continuité des liaisons lorsqu'on vérifie un circuit, la vérification des diodes ou transistors bipolaires par exemple, seront beaucoup plus rapides et facilités avec un multimètre à aiguille, l'œil étant attiré par le mouvement de cette dernière, parfois accompagné de l'allumage d'un voyant pour les tests de continuité. Mieux vaut avoir l'œil sur son circuit (sécurité et prévention des contacts accidentels des sondes de test) que de devoir surveiller l'affichage d'un multimètre digital dont l'interprétation peut, parfois, engendrer un questionnement pénible pour des tests simples qu'on espère rapides. Le cerveau retiendra en effet plus facilement la position d'une aiguille que la valeur affichée.

Attention toutefois : prévoir si possible un appareil de classe 20 000 Ω / V, afin de ne pas perturber le fonctionnement des circuits en cours d'analyse lors de la prise des mesures.

Alors que le multimètre digital permettra d'effectuer des mesures plus précises et complémentaires à celles du multimètre analogique, ce dernier sera indispensable pour les vérifications les plus courantes en dépannage et les comparaisons de tensions. Les deux types d'appareils sont donc complémentaires.



Figure 2-5. **Multimètres analogiques**



Inutile de mettre un prix fou dans un appareil de haute précision ; en dépannage, la précision des mesures n'est pas essentielle et les appareils courants sont amplement suffisants.

L'UTILE

Ayant dépassé le stade des vérifications essentielles permises par le seul multimètre, on risque rapidement de perdre beaucoup de temps ou d'argent par manque de précision dans ses investigations. Des outils plus pointus deviennent alors indispensables. Il n'est pas nécessaire de mettre une fortune pour s'équiper de tels instruments, les occasions à bon prix se trouvent facilement sur les sites d'annonces ou d'enchères bien connus.

Un contrôleur de composants

Il est récemment apparu de petits contrôleurs vendus parfois sous forme de « kit » et qui permettent la reconnaissance des composants et la mesure de leurs caractéristiques électriques. Ces appareils vous dispenseront de l'achat d'un multimètre coûteux, en apportant une précision suffisante en dépannage. Leur fonction est de reconnaître le composant en cours d'analyse, son brochage le cas échéant et sa valeur, ainsi que certaines caractéristiques auxiliaires comme la résistance parasite d'un condensateur (« ESR »). Ils peuvent contrôler efficacement les résistances, condensateurs, inductances, les diodes, le type de transistor bipolaire ou FET, leur brochage, etc.

Ces petits appareils sont constitués de composants microcontrôleurs et leur mise à jour logicielle est parfois possible, les rendant ainsi évolutifs. Personnellement, je conseille vivement un tel achat (quelques dizaines d'euros sur les sites Internet de vente de composants ou d'enchères).



N'utilisez ces appareils que sur des composants retirés de leurs circuits et n'oubliez pas de décharger les condensateurs au risque de détruire l'appareil lors des vérifications !

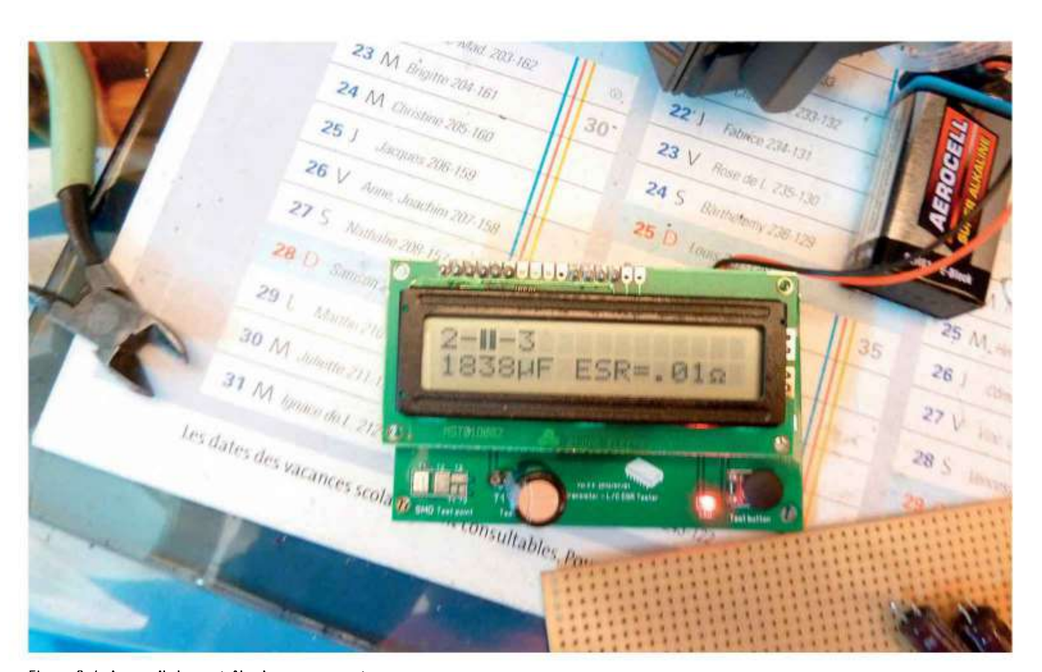


Figure 2-6. **Appareil de contrôle des composants**

Un oscilloscope

Sans qualifier l'oscilloscope d'indispensable, je le jugerai plus qu'utile pour peu qu'on dépasse le stade du remplacement de fusible : l'oscilloscope est lui aussi incontestablement un appareil de vision puisqu'il permet de « voir à l'intérieur des circuits » (il faudra alors aussi savoir apprécier visuellement la qualité des signaux présents).

Mais on aborde là le domaine des appareils coûteux. Un oscilloscope peut se trouver d'occasion pour quelques dizaines d'euros… ou neuf pour plusieurs milliers ! Cela dépendra de leurs caractéristiques. Comment choisir celui qu'il vous faut ?

- **Un ou plusieurs canaux –** Deux canaux est préférable, car un monocanal sera quelquefois trop limité lorsqu'il devient indispensable de comparer deux signaux entre eux. Pour les études de circuits complexes, quatre canaux c'est encore mieux, mais soyons pragmatiques : je n'en ai pas et n'en ai jamais eu, n'ayant ressenti ce besoin que rarement, le plus souvent motivé par une soif de curiosité, en approfondissant le fonctionnement des circuits, mais hors cadre du dépannage…
- **Bande passante –** 2 × 20 MHz permettront de couvrir 95 % des besoins pour un coût modique, surtout d'occasion. Pourvu d'une bande passante supérieure (100, 150 voire 200 MHz), un oscilloscope permettra de visualiser les signaux vidéo digitaux, ce qui est parfois utile.
- **Sensibilité verticale –** La quasi-totalité des oscilloscopes ont une sensibilité de 5 ou 10 mV par division, ce qui est suffisant.

Les entrées de mesure d'un oscilloscope ont une tension maximale admissible qu'il convient de ne pas dépasser sous peine de détruire le bel (et coûteux) appareil. Une sonde « diviseur par 10 » (voir ci-après) permettra à un oscilloscope de se voir appliquer une tension dix fois supérieure à la tension mesurée.

- **Vitesse de balayage –** On doit avoir 50 à 100 ns par division (*i.e.* nanosecondes par division) au minimum, avec si possible une expansion « 10 × » permettant d'atteindre 5 ns.
- **Simple ou double base de temps –** Un appareil à double base de temps permettra de se synchroniser sur un signal de durée longue (base de temps primaire) et de déclencher la base de temps secondaire sur toute la durée du signal et ainsi de pouvoir en examiner les détails.
  Ceci est très utile dans le cas du dépannage d'un téléviseur où on synchronisera l'appareil sur le début d'une image (de durée 40 ms) pour ensuite parcourir les différentes lignes de son contenu, chacune durant environ 64 µs.
- **Digital ou analogique –** Comme pour le multimètre, rien ne remplacera un bon vieil oscilloscope analogique pour observer des signaux enveloppe : on ne mesure pas, on observe globalement la forme du signal. En revanche, le modèle digital autorisera une meilleure précision des signaux en mesurant fréquence et amplitude (certains modèles analogiques le permettent également, mais ils sont plus coûteux).
  Pour faire du dépannage, un oscilloscope analogique est largement suffisant, à prix correct d'occasion… De plus, il est en général facilement réparable par rapport à un modèle digital plus intégré (car il faut aussi parfois réparer ses appareils de mesure !).
  Lors de l'acquisition d'un oscilloscope digital, il ne faudra pas négliger les caractéristiques, en particulier la bande passante réelle par rapport au nombre d'échantillons par seconde. Pour un bon appareil, le taux d'échantillonnage doit être au moins égal à 10 fois la bande passante (soit

1 giga échantillons par seconde pour une bande passante de 100 MHz). Leur coût est plus élevé mais ils permettent également la mesure des tensions, temps et fréquences des signaux. À titre de comparaison, j'ai pu acquérir récemment, d'occasion, l'appareil digital d'un grand constructeur d'appareils de mesures (à gauche sur la figure 2-7), pour 100 €.

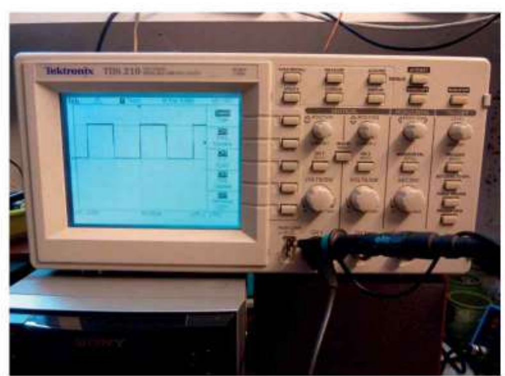




Figure 2-7. **Réglage des sondes d'un oscilloscope numérique (à gauche) et analogique à multimètre intégré (à droite)**

Des sondes

L'oscilloscope devra souvent être utilisé pour contrôler des signaux rapides de très faible puissance (vidéo, signaux de réception haute fréquence, etc.). Le contrôle de ces signaux impose de ne pas perturber leur environnement par l'appareil de mesure ; c'est pourquoi, l'utilisation d'un simple câble de mesure est à proscrire au profit d'une sonde « diviseur par 10 » qui limitera la capacité parasite appliquée au circuit et augmentera l'impédance d'entrée.

Le contrôle des circuits d'alimentation amènera également le dépanneur à devoir contrôler des signaux de puissance sous des tensions importantes. L'utilisation d'une sonde permettra de limiter la tension appliquée à l'entrée de l'oscilloscope. On préférera une sonde supportant 600 V.

Une sonde est aussi beaucoup plus petite au niveau du point de contact (pointe de touche) et peut être munie d'un embout « grip-fil » permettant de la maintenir en contact avec un point de test ou un fil de composant. Il ne faudra pas oublier de régler la compensation des sondes utilisées afin de ne pas fausser les mesures.

Il existe des sondes à coefficient 100 × et des sondes haute tension, mais elles sont très coûteuses et rarement utiles au dépanneur.

Si la tension à mesurer dépasse (légèrement) la capacité de l'oscilloscope muni d'une sonde 10 ×, on peut se prémunir de tout risque : sachant que l'impédance d'entrée d'un oscilloscope est en général 1 MΩ, en utilisant un « Té BNC » sur la prise d'entrée, on mettra une résistance de 2 à 3 MΩ en parallèle sur l'entrée, réduisant ainsi la sensibilité de l'appareil. Attention toutefois à ne pas dépasser la tension admissible par la sonde et à calibrer la compensation de la sonde lors de son utilisation dans ces circonstances. Une sonde 10 × possède une résistance interne de 9 MΩ ; en ajoutant de même à la résistance d'entrée de l'oscilloscope (de 1 MΩ) une résistance de 3 MΩ en parallèle, on obtiendra une résistance d'entrée de 750 kΩ donnant ainsi un coefficient multiplicateur de 12 × .



Figure 2-8. **Sondes pour oscilloscope (diviseur par 1 et 10)**

N'oubliez, pas de calibrer la compensation en fréquence des sondes utilisées au risque de déformer les signaux observés. Le réglage se fait en reliant la sonde au signal de test, toujours présent sur un oscilloscope, et en tournant la vis de réglage de la sonde (condensateur ajustable) afin d'obtenir un signal carré, sans arrondi ni pointe.



Les sondes ont aussi une tension maximale admissible qu'il convient de ne pas dépasser, sous peine de les détériorer voire d'abîmer les entrées de l'oscilloscope de façon irréversible.

LE PRÉCIEUX

On peut dépenser une fortune en équipant son atelier de travail avec un générateur basse fréquence (GBF) pour tester les amplificateurs audio, un générateur haute fréquence (GHF) pour vérifier ou régler les appareils récepteurs radio, un générateur VHF pour le dépannage des récepteurs FM ou des téléviseurs, une mire TV, un fréquencemètre, un vobulateur, etc. Pour ma part, je ne recommanderai pas l'achat de ces appareils dont l'utilité est discutable dans les cas courants de dépannage. Je conseillerai en revanche :

- deux ou trois alimentations stabilisées réglables qui permettront de se substituer à une alimentation défectueuse pour tester le reste de l'appareil avant de dépenser inutilement temps et argent dans le dépannage de l'alimentation de l'appareil si le reste n'en vaut pas la peine. Attention dans le choix des tensions et intensités : un téléviseur de grande dimension consomme parfois plusieurs ampères sous des tensions de 3,3 V, 5 V, 12 V ou 24 V, parfois 33 V. Une solution peu coûteuse consiste à utiliser une ou plusieurs alimentations d'ordinateur délivrant 3,3 V, 5 V,

+12 V et –12 V sous des intensités importantes. Pour les autres tensions, il faudra posséder des alimentations de laboratoire ;

- un simple logiciel sur un ordinateur PC permettra de générer des signaux de test à basse fréquence pour le test et le dépannage des amplificateurs (voir en annexe les liens Internet utiles) ;
- d'autres logiciels, souvent gratuits, pourront aussi être utilisés, surtout dans le domaine des basses fréquences.



Figure 2-9. **Autres appareils de laboratoire**

Les logiciels utiles au réparateur

LOGICIELS DE CONTRÔLE ET DE DÉPANNAGE (POUR WINDOWS)

Les ordinateurs fonctionnant sous Windows (toutes versions) sont souvent l'objet de ralentissements ou, plus grave, d'infections par des virus plus ou moins virulents et dangereux.

Les logiciels indiqués ci-après et que j'utilise depuis des années sur mes propres ordinateurs ont prouvé leur efficacité puisque, à ce jour je n'ai jamais eu à réinstaller le système d'exploitation, ni même subi de sévères attaques.

De même, mais dans une moindre mesure, les logiciels de nettoyage permettent de redonner des performances correctes à un ordinateur devenu très lent. L'utilisation régulière de ces logiciels devrait permettre un maintien en état correct de fonctionnement des ordinateurs. Ils ont l'avantage d'être gratuits pour les particuliers. Certains ont toutefois des versions payantes offrant plus de fonctionnalités. Notons enfin que certains ne sont malheureusement disponibles qu'en anglais.

- **Antivirus :** *Antivir* de la société AVIRA, à installer et laisser fonctionner en permanence, les mises à jour sont automatiques et quotidiennes.

- **Antimalware** (détection des intrusions et des processus malveillants) **:** *Spybot* à installer et laisser fonctionner en permanence, les mises à jour et processus de « vaccination » sont manuels ; *Adwcleaner* et *Malwarebytes*, ces deux logiciels sont complémentaires et à utiliser périodiquement ; enfin *Roguekiller*.
- **Nettoyage des fichiers inutiles** (et recherche/correction des erreurs de la base de registre) : *CCleaner*, à utiliser périodiquement.
- **Défragmentation des disques :** *Auslogics Disk Defrag*, à utiliser périodiquement.
- **Défragmentation de la base de registre :** *Auslogics Registery Defrag*.
- **Test du matériel :**
  - *Memtest86*, s'installe en gravant un CD qui est ensuite utilisé en dehors de Windows, ce CD permettant l'initialisation de la machine pour le test ;
  - *Seagate Seatools* ;
  - *Hitachi Drive Fitness* ;
  - *Fujitsu Diagnostic tools* ;
  - *Samsung HUTIL* ;
  - *Western Digital Data Lifeguard Diagnostic*.

  Les fabricants de disques durs mettent à disposition des utilisateurs des logiciels de contrôle et parfois de reformatage bas niveau de leurs disques durs. Ces logiciels fonctionnent soit de façon autonome soit sous Windows ou Mac OS, voire Linux. Ils se trouvent en téléchargement sur les sites des fabricants de disques.
- **Clonage d'une installation Windows pour changer le disque dur :** *TrueImage* (payant) ; *EaseUS todo backup* version gratuite ; ces logiciels permettent de cloner un disque dur existant et ses partitions afin de remplacer celui-ci par un modèle plus rapide ou à la capacité plus importante sans réinstaller le système d'exploitation et les logiciels.
  L'objet de ce livre étant de traiter du dépannage matériel, je ne m'étendrai pas sur le fonctionnement de ces logiciels qui sont largement documentés sur Internet dans les sites des fournisseurs et dans les forums de discussions. Certains, cependant, ne sont pas disponibles en français.

La visite de certains sites conduit au téléchargement de virus ou logiciels malveillants : la meilleure recommandation est de les éviter. Si l'objet d'un site est malveillant, il y a de grandes chances que de tels phénomènes malveillants se produisent. De même, l'installation de multiples logiciels d'usage plus ou moins réguliers (car peu efficaces ou ne remplissant pas les fonctions attendues) conduit aussi, le plus souvent, à une telle pollution d'un ordinateur.

Une sage précaution serait de posséder un ordinateur fourre-tout dédié aux tests de ces logiciels afin de préserver l'ordinateur principal servant aux tâches essentielles (courrier, e-mails, etc.)

LOGICIELS DE TEST AUTONOME D'UN ORDINATEUR

Les ordinateurs présentant des instabilités peuvent être la cause de ces dysfonctionnements (panne matérielle) ou bien peuvent être victimes d'un système d'exploitation déficient, d'un virus ou d'un disque dur défectueux.

Il peut être intéressant de vérifier le système en dehors de son utilisation normale afin de tenter d'isoler au mieux l'élément coupable.

- **Test autonome de la mémoire :** *Memtest86*, ce logiciel permet la gravure d'un CD ou DVD autochargeable (« bootable ») et vérifiera l'état de la mémoire.
- **Test à configuration minimale :** *Linux UBUNTU*, ce système d'exploitation propose une option de test de la version qui n'installe aucun fichier sur le disque et n'utilise pas ce dernier. Si le système est stable en faisant cet essai, il y a de fortes chances que le système d'exploitation ou le disque dur soit la cause de l'instabilité.

On pourra également installer un disque dur inutilisé et réinstaller le système d'exploitation de façon temporaire pour tester le matériel de l'ordinateur.

LOGICIELS DE TEST DES TÉLÉVISEURS ET VIDÉOPROJECTEURS

Mire TV ou *Genemire* est un logiciel gratuit se trouvant facilement en téléchargement. Il permet de générer des images plein écran reprenant les différents besoins en matière de test des téléviseurs.

Autres utilitaires de test

Puisque le réparateur ne disposera jamais de tous les appareils sophistiqués et coûteux d'un laboratoire, il devra avoir recours à des moyens certes moins professionnels, mais surtout plus économiques et suffisants pour parvenir à ses fins.

- **DVD de test :** de nombreux DVD de test des téléviseurs à graver ou acheter sont disponibles sur Internet ; certains DVD commerciaux comportent des mires de test dans leurs bonus. On trouvera des images DVD à graver sur les sites suivants :
  http://www.w6rz.net/
  http://www.avsforum.com/t/948496/avs-hd-709-blu-ray-mp4-calibration
  Mais bien d'autres existent, une recherche vous guidera vers des sites tout aussi intéressants.
- **CD de test :** même si, dans la plupart des cas, un CD musical suffira pour vérifier le fonctionnement d'un appareil sonore, il pourra être souhaitable parfois de disposer d'un ensemble de sons et signaux mono ou stéréo permettant de qualifier plus précisément la conformité des signaux sonores issus des appareils hi-fi. On trouvera de nombreux exemples à télécharger, puis graver, ou des CD de test commercialisés.

TEST DES DIFFÉRENTES ENTRÉES AUDIO/VIDÉO DES APPAREILS

Tuner TNT externe

Du fait de la présence obligatoire d'un tuner TNT HD sur les téléviseurs récents, de nombreux adaptateurs TNT externes se trouvent pour quelques dizaines d'euros. Certains de ces appareils possè-

dent des sorties Péritel, HDMI, RGB, Vidéo Composite, Composantes Vidéo et audio RCA permettant le test des différentes connexions possibles d'un téléviseur.

Lecteur CD ou DVD/Blu-ray

Un lecteur CD à portée du réparateur permettra de disposer d'une source de signal audio utile lors de la recherche de pannes d'un appareil multimédia. Certains lecteurs de DVD haut de gamme ou Blu-ray disposent de sorties de différents types utilisés en télévision, notamment HDMI et composantes vidéo, ils permettront également de vérifier les appareils vidéo.

DVD ANTIMARQUAGE

Lorsqu'un écran de téléviseur est marqué par l'affichage prolongé d'une image fixe ou la présence du logo des chaînes TV en surimpression des images diffusées, il est possible d'utiliser des successions d'images alternant phases sombres et phases fortement illuminées pour tenter d'effacer ou limiter le phénomène. De nombreux sites proposent des informations ou fichiers à graver sur DVD. On pourra par exemple se reporter aux sites suivants :

http://www.avsforum.com/

http://www.eaprogramming.com/downloads/files/_Breakin_DVD_R_ISO.zip/

GÉNÉRATEUR DE SON

Il est parfois nécessaire de disposer d'un générateur de son pour diagnostiquer et vérifier le fonctionnement d'un appareil audio. Bien entendu, un générateur basse fréquence fera l'affaire dans tous les cas mais son prix est souvent prohibitif. D'autres solutions existent, par exemple l'achat ou la réalisation d'un CD ou DVD de test ou l'utilisation d'un logiciel qui générera les sons attendus sur la sortie ligne d'un ordinateur. On prendra soin de placer un condensateur de liaison (isolement) entre la sortie ligne de l'ordinateur et l'appareil à tester.

De nombreux logiciels ou fichiers de test sont disponibles sur Internet. On pourra par exemple visiter le site :

www.audiocheck.net/

L'outillage

Mon grand-père ébéniste me disait toujours : « mauvais outillage, mauvais ouvrier ». Je dirai que le meilleur spécialiste en dépannage deviendra un piètre réparateur s'il ne dispose pas des outils adéquats : un jeu de clés à embouts pour desserrer des écrous, par exemple. Le choix des outils est donc primordial, d'autant plus que le dépannage attendu requerra minutie et méticulosité.

Les outils s'usent aussi pour certains, il ne faut pas l'oublier. Leur qualité sera également à prendre en compte : les outils bas de gamme, peu pratiques, pas solides, dangereux parfois, termineront très vite à la déchetterie. Mieux vaut quelques outils de précision (tournevis, pinces…) de bonne qualité qui dureront longtemps et permettront un travail rigoureux et facilité.

LES OUTILS DE BASE

Il ne faut pas hésiter, je crois, à choisir une bonne qualité pour l'outillage indispensable. Si l'investissement paraît plus cher, la durée d'utilisation et la qualité du résultat justifient au final un tel choix : certains outils illustrant ce livre, utilisés quotidiennement, sont en ma possession depuis plus de quarante ans !



Figure 2-10. **Quelques outils de base**

Des tournevis

Pour cet outil essentiel, il faut prévoir :

- d'en avoir différentes sortes (lame plate, cruciforme, hexagonal...) ;
- de ne pas négliger leur isolation électrique, notamment pour les tournevis dits « d'horlogerie » souvent utiles mais dont le manche en métal représente un danger potentiel ;
- des modèles adaptés à des vis récalcitrantes ou de fort diamètre et éviter ainsi d'endommager les outils de précision non prévus pour de gros efforts ;
- des modèles dits « amagnétiques » parfois nécessaires aux réglages des circuits accordés des petits appareils (mais ne pas en disposer n'est pas un obstacle à la majorité des réparations).

Des pinces

Il faut au minimum trois sortes de pinces :

- une pince plate à bec court et long ;
- une pince coupante ;
- une pince à dénuder.

Bien sûr, disposer de ces mêmes catégories mais en différentes dimensions ne sera pas superflu (notamment pour les réparations du domaine de l'électricien).

Des outils spécifiques

- Clés à douilles hexagonales et clés plates.
- Clés Allen ou Torx.
- Tournevis spéciaux (Posidriv, Triwing…).
- Pinces brucelles diverses.
- Cutter de précision.
- Outils spécifiques parfois à réaliser soi-même (clé Torx allongée par exemple).
- Aimant (pour magnétiser les tournevis et récupérer les vis errantes).
- Divers outils de manipulation des petits composants…



Figure 2-11. **Quelques outils spéciaux dont un aimant et une clé Torx allongée**

À titre anecdotique, sachez que j'entretiens depuis toujours une relation conflictuelle avec un outil en particulier : la pince à dénuder. Souvent trop grosse ou imprécise pour les travaux d'électronique, je dois souvent terminer mon dénudage de fil au cutter, ce qui suscite en mon for intérieur un flot d'injures après avoir massacré mon fil de petit calibre ou mes doigts : « mauvais outillage, mauvais ouvrier » !

Je mets en photo une pince à dénuder très simple et pourtant des plus efficaces. Vous la trouverez sur Internet à l'étranger car invendue en France. J'en possède une depuis plus de quarante ans qui ne m'a jamais fait défaut. Je ne saurai que trop la recommander. Elle permet de dénuder tous les fils : du plus petit fil de wrapping, au câble électrique de 6 mm² ; elle permet de couper les câbles aussi, sans devoir changer d'outil. Pour la trouver, faites une recherche avec « wire stripper » sur votre site d'enchères favori.



Figure 2-12. **Quarante ans séparent ces deux pinces à dénuder**

Équipement complémentaire

C'est en forgeant qu'on devient forgeron et c'est en faisant vos réparations que vous identifierez ces petits auxiliaires souvent utiles : loupes, lampes d'éclairage légères et autonomes (torches, lampe frontale, stylo lumineux), mais aussi miroirs, pinceaux de nettoyage, etc. Étant un peu plus âgé que mes outils cités plus haut, j'ai aussi acheté des lunettes adaptées uniquement à la vision de près afin d'éviter de devoir sans cesse pencher la tête vers le haut pour voir de près les circuits avec mes verres progressifs. Les plus jeunes d'entre vous encore non atteints par la presbytie apprécieront peut-être des lunettes de lecture (grossissantes). Inutile de prendre la dernière monture à la mode et des « verres high-tech », qui vous coûteraient une fortune, on trouve pour moins de 30 € des lunettes de correction mono focale réalisées par des professionnels et parfaitement adaptées.



Figure 2-13. **Quelques instruments pour mieux voir**

N'hésitez pas sur cet équipement essentiel : la vue est le plus précieux des outils du réparateur qui commence toujours son chantier par une observation minutieuse de l'état des circuits, à la recherche d'indices visuels.

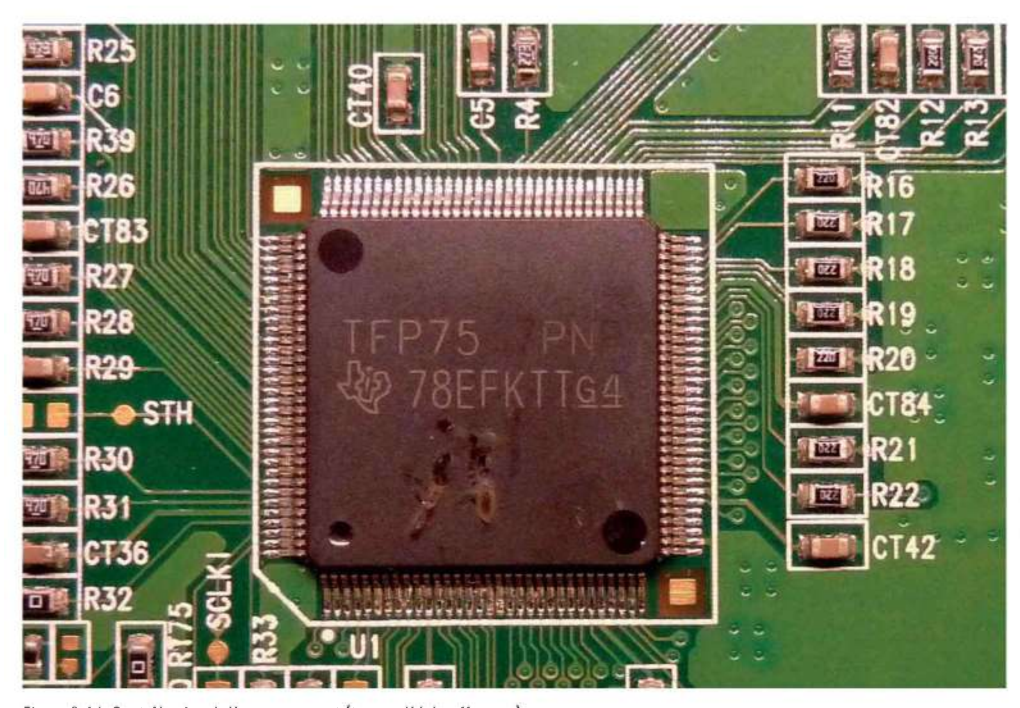


Figure 2-14. **Contrôle visuel d'un composant (traces d'échauffement)**

LE MATÉRIEL DE SOUDURE

Le dépannage des appareils électroniques nécessitera rarement le seul remplacement de composants montés sur des supports (cartouche fusible, par exemple) ou de cartes enfichables ou reliées par des connecteurs. Il faudra quasiment toujours procéder par soudure des composants.

Avant de souder un composant à remplacer, vous devrez tout d'abord dessouder le fautif : c'est souvent l'étape la plus difficile d'ailleurs car il ne faut pas endommager le circuit imprimé, toujours très fragile, ni provoquer de court-circuit. La soudure du composant neuf n'est pas toujours simple non plus, selon la taille toujours plus réduite des composants (montés en surface pour la plupart), et en raison des distances minimes entre les pistes conductrices.

Il est même des composants pour lesquels les chances de succès d'un démontage (dessoudage), suivi d'une remise en place (soudure), sont des plus aléatoires pour un non-professionnel, tant il serait coûteux de disposer des appareils nécessaires (four à refusion, par exemple). Cette raison conduira, entre autres, à abandonner le dépannage de certains circuits comme les circuits BGA *(Ball Gate Array)* dont les connexions sont réalisées par des billes d'étain, placées sous le composant fixé par colle, avant de passer au four.

Cependant, en général, les composants de la catégorie « irremplaçables » sont aussi souvent ceux de la catégorie « impossibles à trouver dans le commerce », il n'y a donc pas de regrets à avoir.

L'indispensable

- Un fer à souder de 40 à 60 W, il servira à souder/dessouder les éléments les plus importants, par exemple les carters de blindage courants sur les cartes électroniques où se traitent les signaux faibles.
- Une pompe à dessouder manuelle.
- Un fer à souder d'environ 30 W régulé en température et à élément chauffant céramique 24 V. Accompagné de plusieurs pannes interchangeables (0,8 mm, 1 mm, 2 mm, 3 à 5 mm). Ce type de fer basse tension évitera la transmission de courants à basse fréquence 50 Hz au circuit lors des opérations de soudure. On préférera un modèle à température réglable et à pointe interchangeable. On choisira des pointes de 0,8 à 3 mm.



Ce type de fer à souder est en général relié à la terre. Il ne faut donc pas l'utiliser sur les appareils sous tension ou simplement reliés au secteur électrique, même éteints.

- De la tresse à dessouder de différentes largeurs sera utilisée pour enlever la soudure des pattes des composants montés en surface (CMS), là où la pompe à dessouder se montre insuffisante. Je conseille de la tresse étamée bien plus efficace.



Figure 2-15. **Tresse à dessouder, soudure et flux**

- Du flux de soudure (en gel par exemple) facilitera la soudure des composants montés en surface. On pourra réaliser soi-même ce type de flux en mélangeant colophane et alcool isopropylique (voir recette plus loin).
- Bien entendu, on doit envisager de la soudure avec âme décapante de plusieurs diamètres (0,5 à 2 mm). À noter que la soudure sans plomb devient obligatoire, elle nécessite un point de fusion plus élevé que la soudure plomb-étain mais elle est moins toxique.
- Une bombe de nettoyage de contacts servira également à nettoyer les circuits imprimés à l'aide d'une brosse à dents par exemple.
- De l'alcool à 90° ou isopropylique (c'est mieux pour l'électronique), ainsi que de l'acétone font partie des produits de base pour les travaux de soudure.



Attention ces produits sont très inflammables et irritants.

L'utile

- Un fer à dessouder avec pompe manuelle incorporée permettra d'avoir l'autre main libre lors des opérations de dessoudage.
- Un support de circuits imprimés avec petite loupe (voir figure 2-16) rend de précieux services.
- Déjà mentionnées, une loupe éclairante et une lampe frontale complètent utilement cette liste.





Figure 2-16. Instruments de soudure et support loupe

Le nec plus ultra

Malheureusement beaucoup plus coûteuse, une station de soudage/dessoudage à air chaud se révèle être le meilleur équipement pour les opérations concernant les CMS (composants montés en surface). Elle évite la surchauffe des pattes de connexions des composants tout en permettant de les chauffer simultanément, facilitant ainsi les opérations, notamment de dessoudage.



Figure 2-17. **Station de soudage à air chaud**

L'outsider

En raison du prix élevé d'une station à air chaud, celle-ci ne sera pas toujours disponible dans l'équipement du réparateur amateur. Si souder des composants CMS peut se faire à l'aide d'un fer à souder classique à pointe fine, en utilisant une loupe et du flux de soudure, le démontage d'un CMS soit pour le remplacer, soit pour le récupérer, est une tâche bien plus difficile qui risque de se terminer par la destruction du composant, mais aussi des pistes du circuit imprimé auxquelles il était relié.

Pour pallier cette difficulté, et en prenant soin de ne pas trop chauffer le circuit, l'utilisation d'un décapeur thermique muni d'un embout concentrant le flux d'air chaud permet un démontage facile et propre des circuits CMS.

Un tel outil, muni d'un embout concentrant l'air chaud et, si possible, doté d'un réglage de la puissance pour éviter la surchauffe, permettra la récupération de composants mais quelques dégâts collatéraux (dus notamment à la diffusion mal contrôlée et trop puissante de l'air chaud) sont à envisager. Son utilisation devra donc être réservée à la récupération de composants sans les détruire. Il ne remplacera pas une station de soudage/dessoudage à air chaud. L'ajout d'embouts faits maison permettra de concentrer le flux d'air chaud, évitant la trop grande dispersion de chaleur, et le réglage de température évitera la « cuisson » destructrice des éléments ou du support.



Figure 2-18. **Décapeur thermique avec embout réducteur « maison »**

LES PRODUITS CHIMIQUES

Certains produits servent à nettoyer ou protéger les circuits sur lesquels on intervient, d'autres sont utiles au travail en lui-même, notamment de soudure.

Les produits de nettoyage

Que ce soit pour la préparation des circuits avant dessoudage des composants défectueux ou pour nettoyer après avoir terminé la réparation, les produits indispensables sont :

- de l'alcool à 90° ou mieux de l'alcool isopropylique (plus difficile à trouver), pour le nettoyage des circuits imprimés avant et après soudure, ainsi que pour éliminer les souillures, traces de liquides, saletés, etc. ;
- de l'acétone, pour éliminer peinture, colle ou souillures récalcitrantes.



Ces produits sont très nocifs et inflammables. De plus, l'acétone devra faire l'objet d'un essai préalable avant toute utilisation, car il risque d'altérer plastiques ou marquages.

Les produits de graissage

Il est quelquefois nécessaire de graisser les parties mécaniques des appareils. Pour ma part, n'étant pas spécialiste des huiles et graisses, j'utilise :

- de l'huile au Teflon liquide ou en bombe ;
- de l'huile universelle trois en un (dégrippe, nettoie et graisse) ;
- de la graisse synthétique haute température pour les mécanismes soumis à des températures élevées ;
- de l'huile et graisse silicone.

Tous ces produits se trouvent en grande surface de bricolage.

Les produits de travail

J'appelle « produits de travail » les produits qui ont un rôle spécifique à jouer lors de la réparation des appareils. Ces produits indispensables sont :

- une bombe de nettoyage/désoxydation des contacts, à utiliser lorsque les contacts d'un appareil sont défectueux (interrupteurs, potentiomètres, claviers mécaniques, etc.) ;
- du flux de soudure liquide ou en gel, pour faciliter la prise des soudures sur les contacts métalliques et éviter les contacts inopinés par bavure des soudures.

Certains autres produits pourront se révéler utiles :

- pâte à souder les CMS ;
- bombe à air sec pour sécher les circuits ;
- bombe de refroidissement pour détecter les composants défectueux en les refroidissant ;
- bombe de pulvérisation de couche conductrice ;
- vernis conducteur pour réparer les circuits imprimés ;
- vernis isolant pour protéger les circuits contre l'oxydation ;
- isolant silicone (type plombier) ;
- pâte thermique à intercaler entre les circuits et leurs refroidisseurs.

Confectionner son flux de soudure

Parce que le flux de soudure est cher et difficile à trouver, bien qu'il soit indispensable au travail de soudure sur les circuits de type CMS, de nombreux hobbyistes confectionnent leur propre flux de soudure. Il sera d'aussi bonne qualité que bien des produits commercialisés dans les boutiques spécialisées et, de plus, vous n'aurez plus de raison de rationner les quantités utilisées lors de vos manipulations, vu son faible coût de fabrication, ce qui restait une source accrue de difficultés.

Ingrédients :

- alcool isopropylique ;
- colophane (les musiciens l'utilisent pour enduire les archets des violons).

Recette :

- Disposer la colophane sur une feuille de papier épais et la replier, afin d'enfermer la colophane, puis broyez-la en petits morceaux (< 3 mm) en vous aidant par exemple d'une bouteille en verre.

- Remplissez d'alcool une petite fiole en verre, puis ajoutez-y les morceaux de colophane. Mélangez et laissez quelques jours pour permettre à la colophane de se dissoudre. Les proportions à respecter en poids vont de 20 % de colophane (flux très liquide) à 80 % de colophane (gel épais). Une formule épaisse évitera la dispersion du flux autour de la zone de soudage. Personnellement, je préfère cette formule.

Il vous faudra peut-être faire quelques essais avant de trouver le flux qui convienne à vos travaux. S'il s'évapore trop rapidement, ajoutez de la colophane. S'il laisse d'importants dépôts sur votre circuit imprimé, c'est qu'il y en a trop.

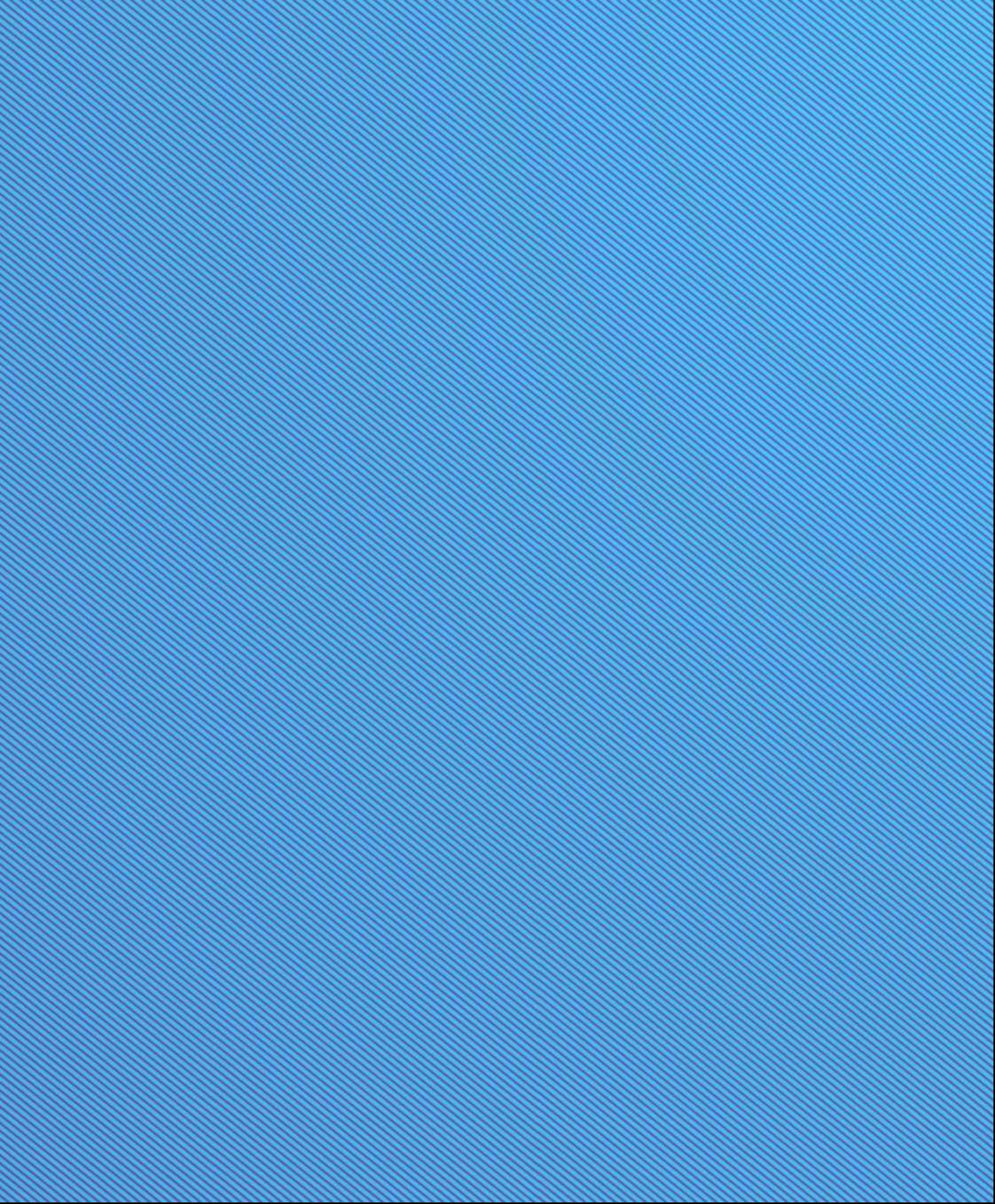
Dans tous les cas, il faudra nettoyer les éléments soudés après utilisation ; l'alcool isopropylique convient très bien pour cela.

Les ingrédients se trouvent assez facilement dans des boutiques spécialisées sur Internet.

PARTIE 2

DIAGNOSTIQUER ET RÉPARER

Place maintenant au diagnostic et à la réparation ! Mais avant de passer en revue les grandes familles d'appareils électroniques, nous commencerons par quelques méthodes et astuces de base qui pourront certainement vous servir...



CHAPITRE 3

LES OPÉRATIONS DE BASE

Les soudures

Il existe bon nombre de pannes dues à la mauvaise qualité des soudures ou à leur détérioration dans le temps. Ceci est d'autant plus vrai que l'intensité qui circule au point de soudure est importante. En effet, la soudure peut avoir été faite à la fabrication sur un fil de composant mal désoxydé ; le contact s'est établi mais il est imparfait, parfois un peu résistif. L'appareil fonctionne, mais la combinaison de l'échauffement dû à l'intensité du signal et de la propagation chimique de l'oxydation va conduire dans un temps plus ou moins long à la détérioration du contact au point de soudure. Cela mettra souvent des années avant de se produire, bien après la fin de la période de garantie des appareils courants. Les composants utilisés dans les appareils modernes vont de la micropuce CMS (résistance ou condensateur d'à peine 1 mm) au transformateur de poids et taille importants.

Il ne faut donc pas s'étonner que parfois des décollements de soudure interviennent résultant d'une soudure trop froide à la fabrication (soudage à la vague du plus petit au plus grand des composants) ou simplement de contraintes mécaniques ou vibrations s'exerçant sur les points de connexion des gros composants.

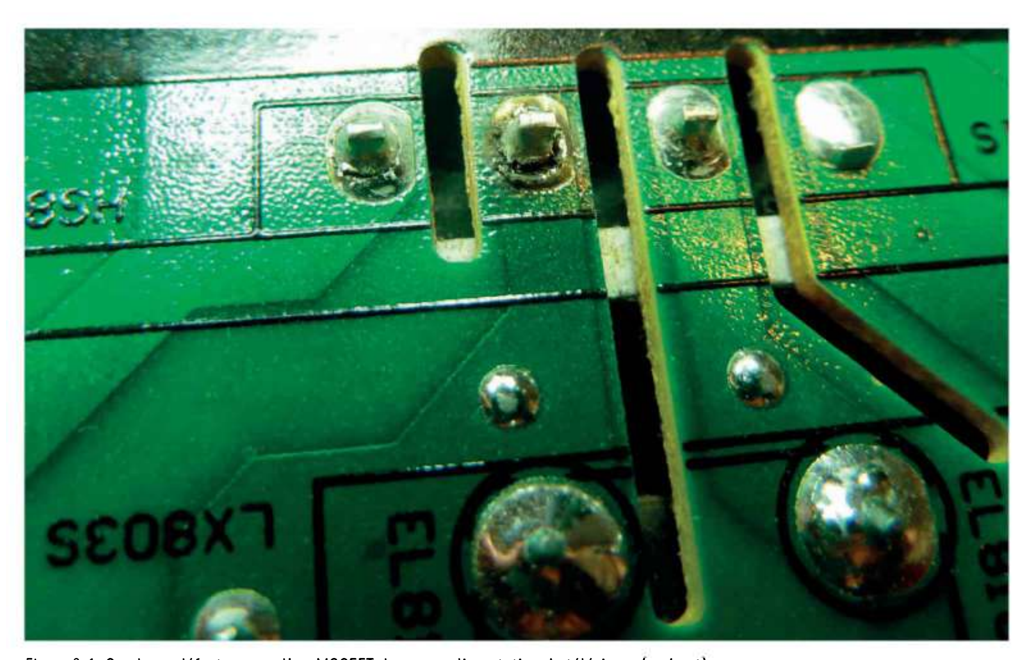


Figure 3-1. **Soudures défectueuses d'un MOSFET dans une alimentation de téléviseur (en haut)**

On rencontre particulièrement ces situations dans les alimentations bien entendu mais aussi fréquemment dans les appareils électroménagers utilisant des circuits électroniques de puissance (commutation des résistances chauffantes d'un sèche-linge par exemple). Cela conduit souvent à la carbonisation du circuit à l'endroit de la soudure défectueuse.

Dans tous les cas, l'examen visuel des circuits imprimés doit être fait en tout premier lieu lors de la recherche d'une panne, afin de détecter tout échauffement et ses conséquences possibles.

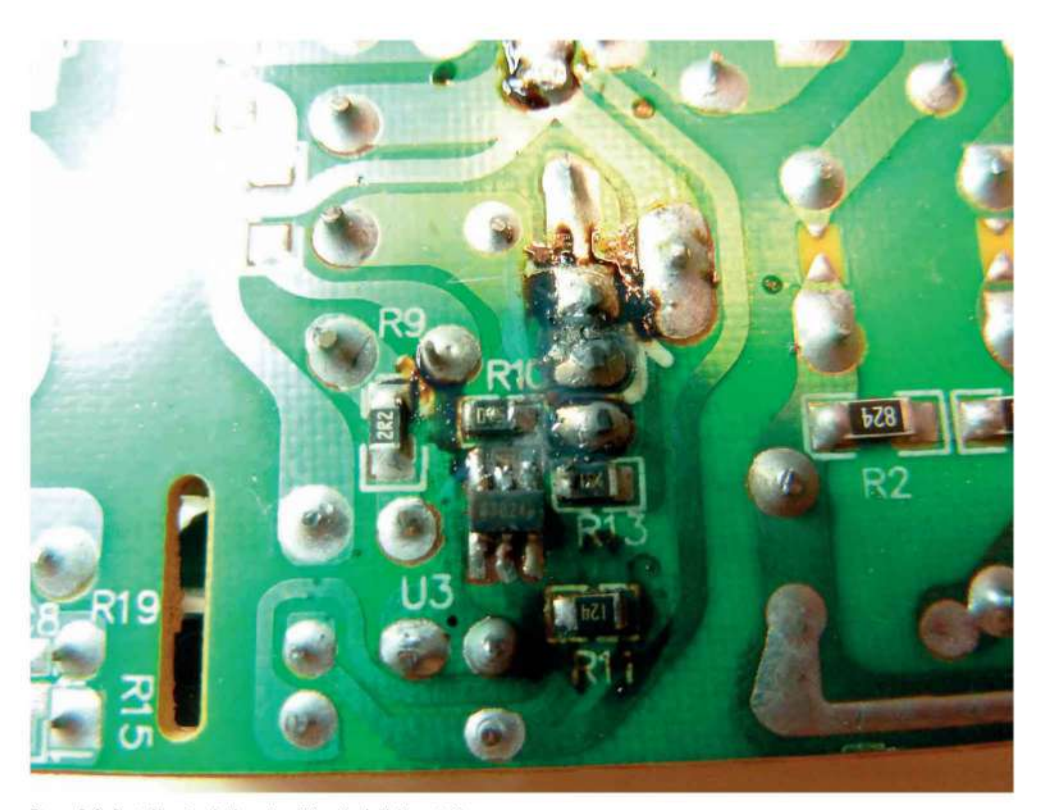


Figure 3-2. Contrôle visuel d'un circuit imprimé d'alimentation

PRÉCAUTIONS À RESPECTER

Les opérations de soudure présentent deux risques importants au niveau sécurité :

- brûlure (voire de combustion inopinée de l'environnement de travail) ;
- intoxication (absorption des fumées ou produits toxiques).

Il conviendra donc d'être très prudent lors des opérations de soudage/dessoudage. Il existe des appareils à souder miniature à gaz particulièrement dangereux que je ne recommanderai pas en électronique mais même un fer à souder électrique peut être dangereux au toucher ou s'il est posé sur un matériau inflammable ou au contact accidentel avec un de ces matériaux.

Il est d'autres conséquences malencontreuses possibles, ce sont celles relatives à la destruction des composants alentours. Ainsi, il faudra être très précautionneux et éviter :

- la surchauffe trop longue des fils ou broches de contact des composants qui pourrait détruire le composant. On limitera température et temps de chauffe, on pourra aussi poser un frein thermique sur la connexion si la place le permet (pince plate serrant le fil durant la soudure) ;
- la surchauffe des pièces en plastique environnant l'endroit de la soudure, en particulier les corps des composants et connecteurs ;
- le dessoudage des composants CMS proches, qu'on utilise un fer traditionnel ou une station à air chaud.

La figure 3-3 montre des composants déplacés et des connecteurs fondus lors d'une opération de dessoudage d'un composant à forte intégration à l'aide d'un pistolet à air chaud mal adapté à l'opération.

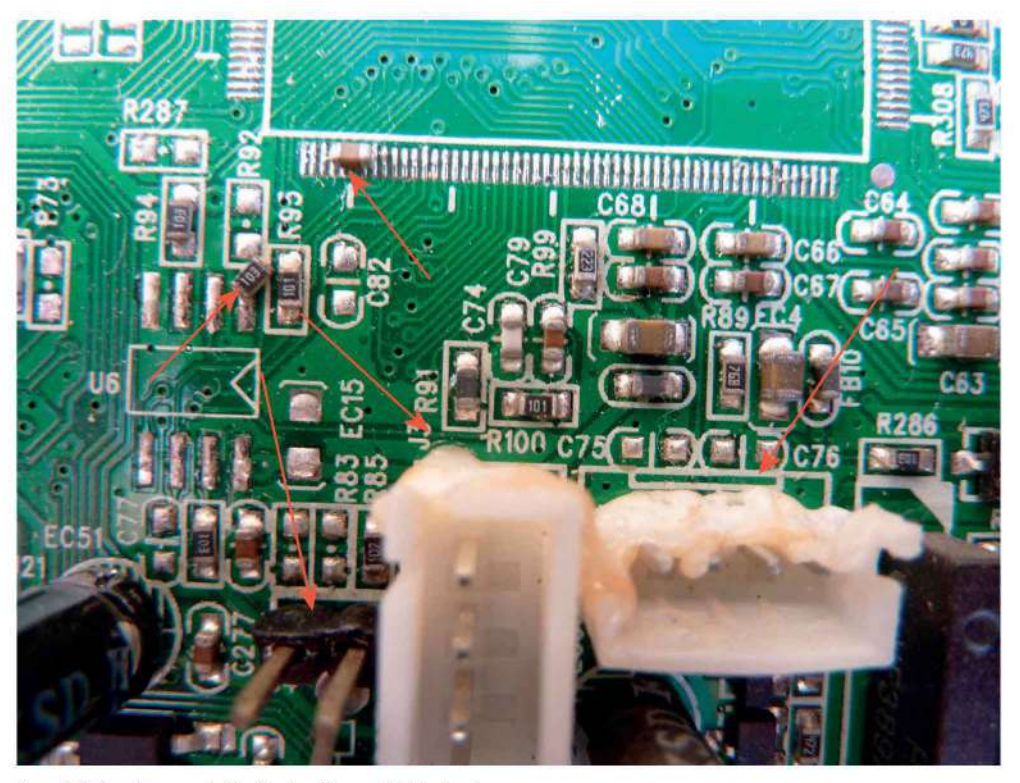


Figure 3-3. Conséquences de l'utilisation d'un matériel inadapté

Dans tous les cas, le matériel de soudure doit être adapté (puissance de chauffe réglable, dimension de la panne du fer, isolement éventuel ou mise à la terre) et en bon état. De plus, on utilisera du flux de soudure si nécessaire afin de réduire au minimum le temps de chauffe des points à souder. En effet, l'oxyde qui se forme sur la soudure à base d'étain bloque la transmission de la chaleur et exige une température et un temps de chauffe plus importants.

SOUDER ET DESSOUDER LES COMPOSANTS TRADITIONNELS

Souder

Si l'opération de soudage ne présente pas de difficulté particulière, à condition d'utiliser le matériel adéquat, il convient cependant de citer le cas où le composant à souder est muni de fils ou de broches de dimension plus importante que le diamètre du trou de soudure. Dans ce cas, le mieux sera d'utiliser un petit foret de diamètre adapté, placé dans un petit mandrin manuel (moins agressif qu'une perceuse), afin d'élargir le trou avant insertion du composant. On évitera de forcer l'insertion des fils sans procéder à l'agrandissement du trou, au risque de décoller la pastille et la piste d'un côté ou de l'autre du circuit imprimé. On limitera comme déjà indiqué temps et température de chauffe. Après soudure, on vérifiera que la surface de conduction est suffisamment importante ; dans le cas contraire, on pourra renforcer la soudure par un fil (de type « wrapping » 0,25 mm de diamètre).

Dessouder

Il est plus délicat de dessouder un composant à fils traversants que de le souder en raison du risque élevé de destruction du trou de soudure, par arrachement de la pastille ou même de la piste conductrice. Cela se produira inévitablement si le diamètre du fil est trop proche du diamètre du trou et si on doit chauffer longtemps le point à dessouder (cas des fils ou broches de grande dimension). Les circuits imprimés de certains fabricants ne présentent aucune difficulté pour être dessoudés ; d'autres en revanche présentent toujours de difficultés. Dans tous les cas, il est conseillé :

- d'enlever au mieux la soudure à l'étain à l'aide d'une pompe à dessouder ou de tresse à dessouder avant d'extraire les fils ;
- de ne pas extraire les fils en les faisant tourner dans leur trou mais d'appliquer une traction perpendiculaire au trou ;
- d'utiliser du flux de soudure pour faciliter l'échauffement ;
- d'utiliser une température de fer à souder assez élevée pour limiter le temps de chauffe.

Afin de faciliter l'extraction des composants à plus de deux fils, il sera parfois (toujours dans le cas des circuits intégrés *Dual In Line*) utile de prédécouper les fils ou broches avant de dessouder le composant si celui-ci ne doit pas être récupéré. Cela se fera sans forcer à l'aide d'une pince coupante de petite dimension ou d'un cutter pour les circuits intégrés.

Si le composant doit être récupéré, il sera plus sage d'utiliser une station de dessoudage à l'air chaud pour récupérer le composant sans devoir sacrifier ses broches de connexion (un simple décapeur thermique utilisé avec précautions pourra suffire bien qu'il provoque le plus souvent le dessoudage des composants avoisinants).

DESSOUDER ET RÉCUPÉRER LES CMS

Les recommandations suivantes ne concernent que les circuits dont les plots de soudure sont apparents, contrairement aux composants de type « BGA » dont les points de soudure sont situés sous le composant et qui nécessitent un matériel spécifique qui n'est pas à la portée du dépanneur (four à refusion). Il est recommandé d'utiliser l'air chaud pour récupérer les CMS sans les détruire. On pourra cependant se servir d'un fer à souder conventionnel pour dessouder les composants à deux ou trois pattes de contact, même si cela n'est pas recommandé. Pour les circuits intégrés, l'utilisation d'une

station de soudage/dessoudage à air chaud est l'idéal ; cependant, il existe aussi quelques alternatives citées dans l'ordre de leur difficulté croissante :

- utilisation d'un flux de soudure dit *chip quick* qui permet de réduire le point de fusion de l'alliage de soudure en ne chauffant que légèrement le composant et le circuit imprimé ;



« chip quick » est le nom commercial d'un produit qui se trouve facilement en magasin de pièces détachées ou dans les sites de vente en ligne. C'est un nouveau produit dont on dit beaucoup de bien dans les forums, je ne l'ai pas encore utilisé et je le recommande en raison des retours positifs des utilisateurs.

- utilisation du flux de soudure et de tresse à dessouder pour assécher au mieux les plots qu'on soulèvera ensuite un par un avec la plus grande délicatesse ;

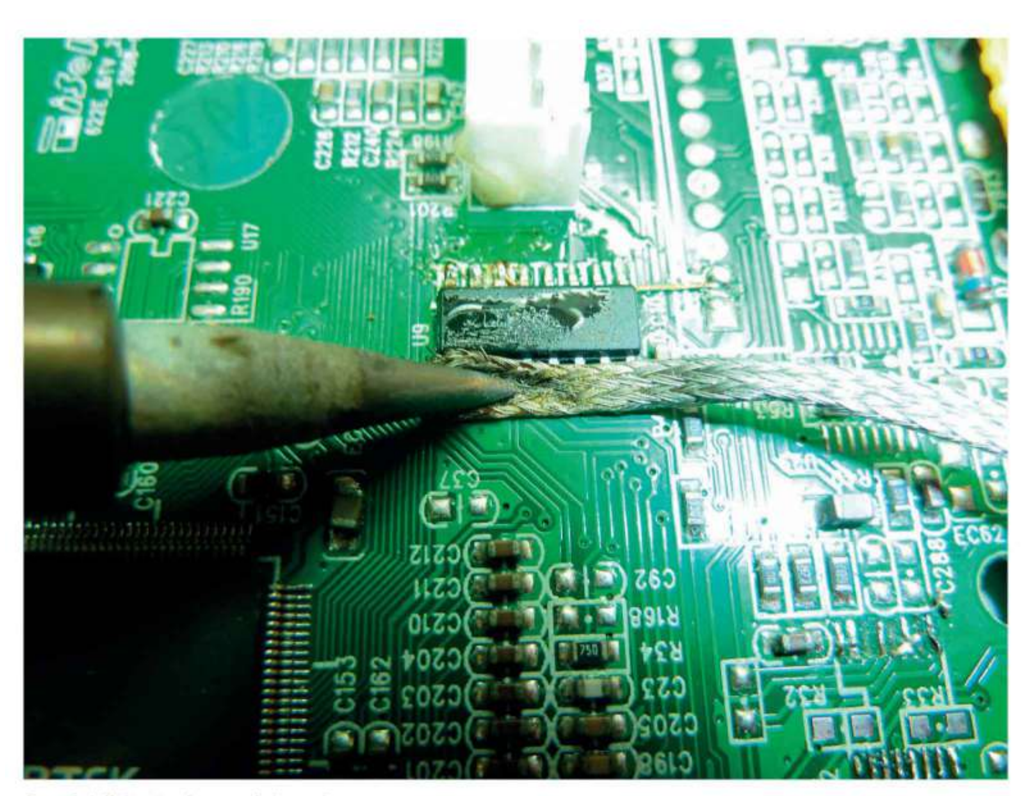


Figure 3-4. **Utilisation de tresse à dessouder**

- utilisation d'un fil émaillé dont une extrémité sera soudée sur la carte pour soulever les plots un par un en les chauffant et en tirant sur le fil.

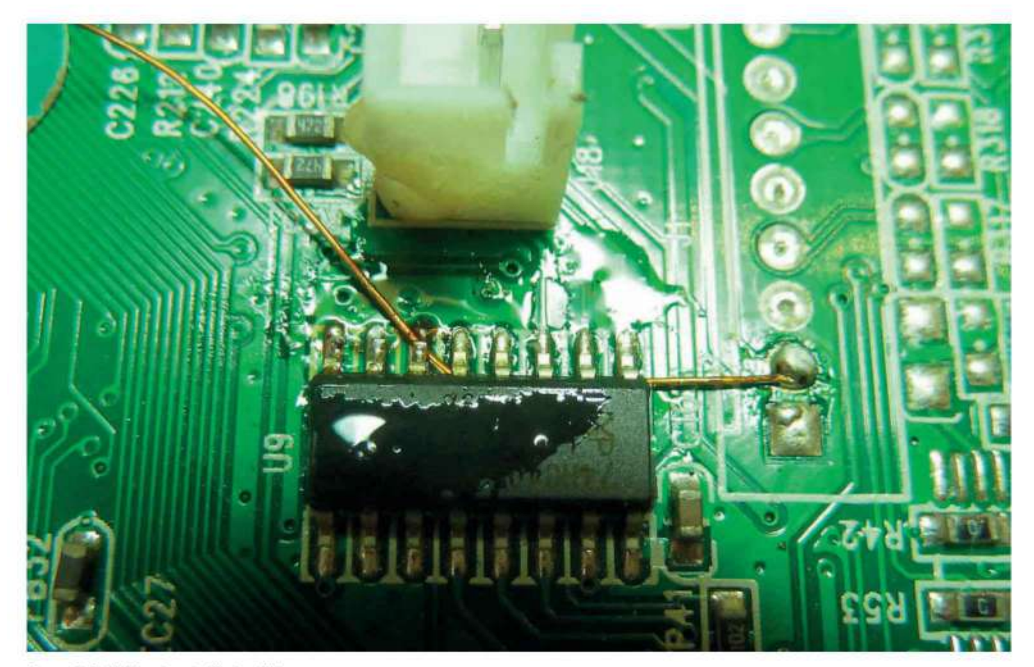


Figure 3-5. **Utilisation de fil émaillé**

Une bonne précaution lors de la manipulation des circuits consiste à toucher le circuit imprimé d'une main et le composant concerné (tournevis ou autre élément à mettre en contact avec le circuit) de l'autre main avant d'entreprendre réellement l'action envisagée. Cela aura pour conséquence de décharger en douceur les éventuelles charges électrostatiques présentes entre les circuits de l'appareil et l'élément à relier grâce à la résistance électrique élevée du corps humain. Il est bien entendu tout à fait déconseillé de changer des éléments ou connecter/déconnecter des liaisons intérieures à un appareil lorsqu'il est sous tension, à la fois pour la sécurité de l'intervenant, mais aussi pour éviter la destruction des circuits avoisinants.



Dans tous les cas, il faut user de précautions dans ces manipulations, au risque de détruire les composants ou le circuit imprimé.

DESSOUDER LES CMS SANS LES RÉCUPÉRER

On vient de voir comment dessouder « proprement » les composants montés en surface (CMS) ; toutefois, il existe des possibilités qui détruiront le composant mais préserveront le circuit imprimé. Pour les résistances, condensateurs et diodes de faibles dimensions, on appliquera le fer à souder assez chaud sur le dos du composant qui libérera ainsi les plots soudés, il suffira de pousser le composant hors de son emplacement avec une pince de type brucelles, par exemple.

Pour les circuits intégrés, le mieux sera de découper avec précaution chaque plot de connexion au niveau du boîtier à l'aide d'un cutter puis de libérer le circuit intégré avant de dessouder chaque plot un par un en le retirant à l'aide d'une pince brucelle pendant la chauffe du plot de soudure.

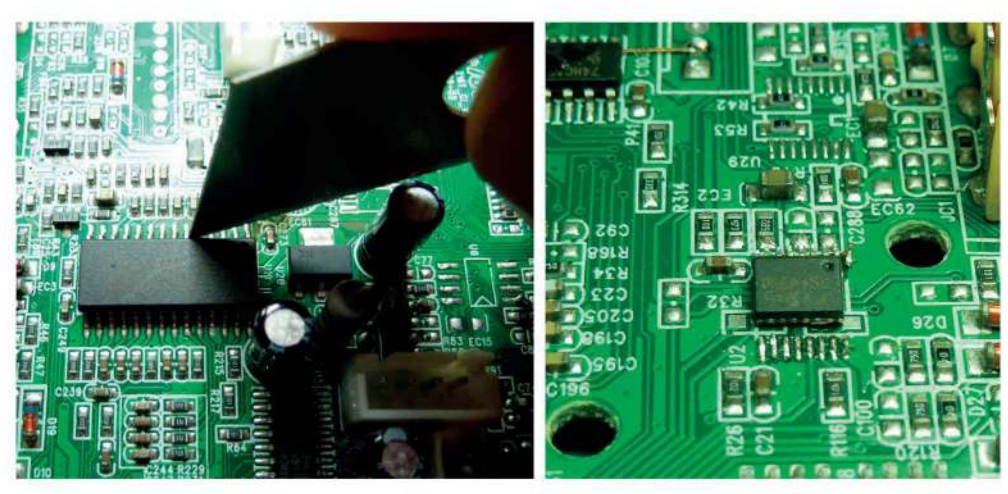


Figure 3-6. **Découpe au cutter des broches de circuits intégrés**

Il arrive néanmoins assez souvent que des pistes du circuit imprimé restent collées au composant lors de son extraction ; il conviendra en ce cas de « réparer » les connexions en utilisant du fil à « wrapper ».

Dans tous les cas, il sera bon d'avoir au préalable utilisé flux et tresse à dessouder, afin de retirer le plus possible de soudure et de travailler avec minutie, l'objectif étant la préservation des pistes du circuit imprimé.

SOUDER LES CMS

Comme pour les composants classiques, il est plus facile de souder les composants de technologie CMS que de les dessouder. La difficulté n'en est pas pour autant inexistante en raison de la miniaturisation de ces circuits et de la difficulté de les maintenir en place lors des opérations de soudage. Les opérations suivantes sont nécessaires.

1. Dans un premier temps, nettoyez le mieux possible l'emplacement où le composant doit être soudé (élimination de soudure sur les plots de contact et de toute trace de colle ou surépaisseur au niveau de la surface du composant) afin de pouvoir le placer bien à plat.
2. Complétez ce nettoyage à l'aide d'une petite brosse à dents et d'alcool isopropylique.
3. Placez le composant bien à plat dans son emplacement et maintenez-le en place par pression (pour ce faire, il existe de petits outils munis d'une ventouse).
4. Enduisez de flux les emplacements de soudage.
5. Soudez un ou mieux deux plots situés dans deux coins opposés l'un à l'autre afin de maintenir le composant en place. Vérifiez l'alignement correct du composant au niveau de tous les plots de soudure avant de continuer, sinon reprenez l'opération.

6 Soudez les autres plots en promenant lentement le fer correctement étamé sur tous les plots qu'on aura préalablement largement « mouillés » de flux de soudure. Vérifiez chaque soudure et l'isolement entre les plots à l'aide d'une loupe.

7 Parachevez soudures et isolement en utilisant largement le flux de soudure lors de l'opération.

8 Nettoyez enfin tous les résidus de flux à l'aide d'alcool isopropylique.

Il est inutile de tenter l'expérience sans flux de soudure : cela conduirait à provoquer de mauvaises soudures ou des courts-circuits intempestifs. Le flux a pour avantage d'éliminer toute oxydation au niveau des points à souder mais également de repousser la soudure vers les parties métalliques, facilitant ainsi l'élimination des contacts parasites entre plots.

Il conviendra de vérifier les soudures, notamment si les plots du composant n'ont pas pu être bien en contact avec la surface du circuit imprimé lors du positionnement initial du composant.



Vous trouverez sur Internet de nombreux tutoriels et vidéos illustrant ces opérations, qui vous permettront d'aborder ces manipulations délicates avec moins d'appréhension.

Isolation et simulation d'un signal

Lors de la recherche d'une panne, Il est souvent nécessaire de pouvoir isoler, puis simuler la présence d'un signal de commande, afin de mettre en condition fonctionnelle un circuit d'alimentation, un « inverter » de téléviseur ou tout autre circuit interne à un appareil lorsque le signal de commande n'est pas généré par les circuits de contrôle. Ceci ne doit pas se faire n'importe comment, afin d'une part de réaliser effectivement la simulation et surtout d'éviter de détruire les circuits de contrôle générant normalement le signal. Pour cela, il sera souvent nécessaire de réaliser l'isolement d'un circuit ou d'une portion de celui-ci.

Une autre raison pour souhaiter isoler un signal est la recherche d'un défaut le long du parcours d'un signal, pour ne pas avoir à tester chaque composant individuellement en le dessoudant (ce qui est toujours compliqué dans le cas des composants CMS). Il sera naturellement simple d'isoler un signal transitant par un connecteur (bien que cela ne soit pas toujours aisé dans les connecteurs de petites dimensions ou utilisant des câbles plats).

ISOLER ET RÉPARER UNE PISTE DE CIRCUIT IMPRIMÉ

La méthode la plus aisée et qui minimise les dégâts provoqués consiste à couper une piste à l'aide d'un cutter. On prendra naturellement le soin d'éviter de couper les pistes voisines ou de provoquer un court-circuit en laissant des « bavures » autour de la coupure : elle devra être soigneusement vérifiée et nettoyée à la loupe. On vérifiera à l'ohmmètre que la coupure est bien effective. Cela paraît simple mais la pratique se révèle plus difficile en raison de la taille microscopique, parfois, des liaisons à interrompre. Il ne faut pas chercher l'esthétique mais l'efficacité. Les figures suivantes illustrent cela.

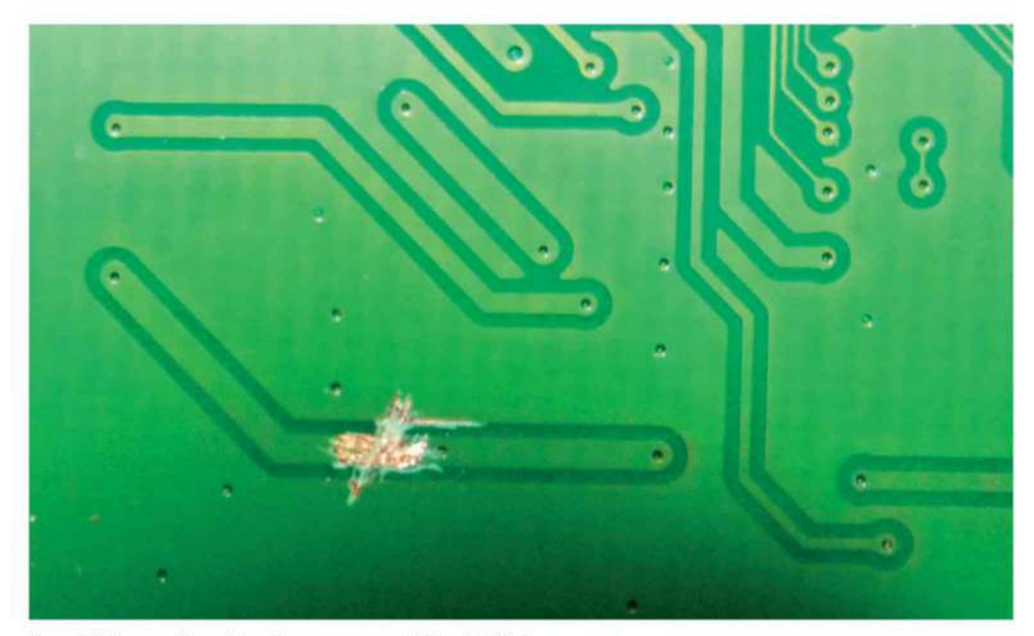


Figure 3-7. **Coupure d'une piste < 1 mm sur une carte T-Con de téléviseur**

Il sera parfois nécessaire d'interrompre à deux endroits une piste pour isoler une portion de circuit.

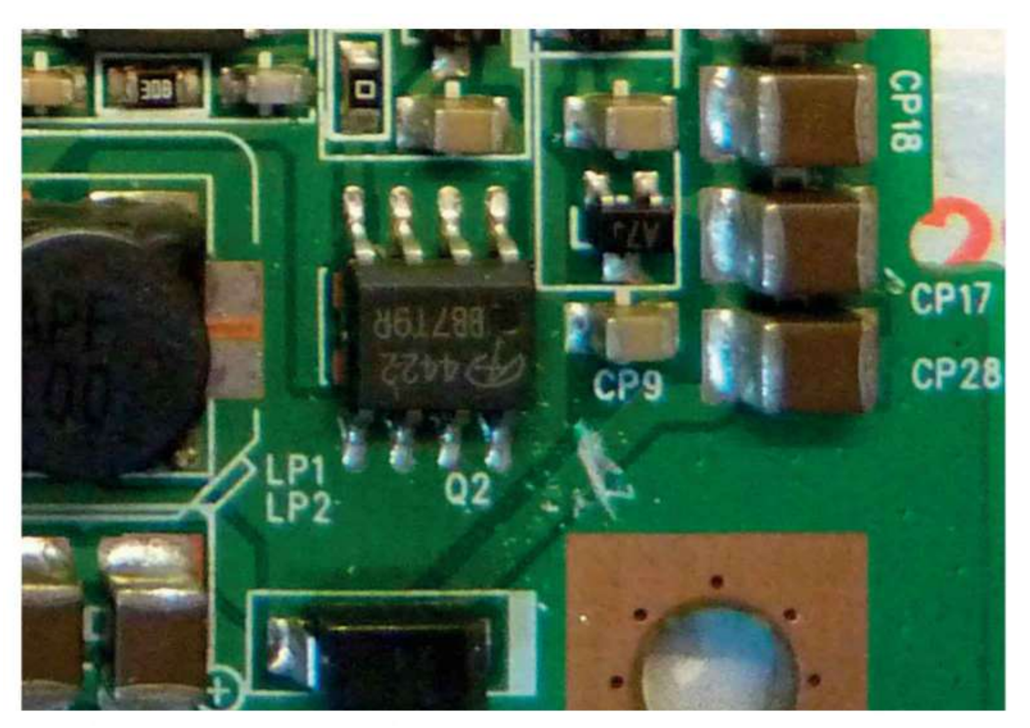


Figure 3-8. **Isolement d'une portion de circuit lors de la recherche d'un court-circuit**

Dans l'exemple précédent, une ligne d'alimentation était en court-circuit, il s'agissait d'isoler la portion de ligne où le court-circuit se situait sans devoir dessouder les condensateurs de filtrage de type CMS câblés en parallèle (une dizaine). CP19 était le fautif. Plusieurs coupures ont été nécessaires pour isoler plusieurs portions de circuit.

Une fois le travail terminé, on reconstituera le circuit à l'aide d'une goutte de soudure, quand cela est possible, en prenant soin d'éviter les courts-circuits et en vérifiant que la soudure n'est pas « collée ». Il faudra bien entendu avoir décapé la piste au préalable afin d'assurer le dépôt de soudure et son adhérence. L'utilisation de flux de soudure pourra aider à réaliser un travail parfait. Si l'écart entre les points de coupure est trop important, on utilisera un petit morceau de fil dénudé soudé à chaque extrémité. Il faudra utiliser un fil très souple de très faible diamètre. Je recommande du fil *wire wrap* ou *wrapping* de diamètre 0,25 mm. On le trouve couramment chez les vendeurs de composants ; il est en général isolé par une gaine en Teflon qui résiste à la température normale de soudure.

Dans le cas des signaux peu critiques en matière de fréquence ou rapidité (majeure partie des cas), on pourra réaliser la réparation par la connexion de points éloignés entre eux afin de faciliter la soudure du fil.

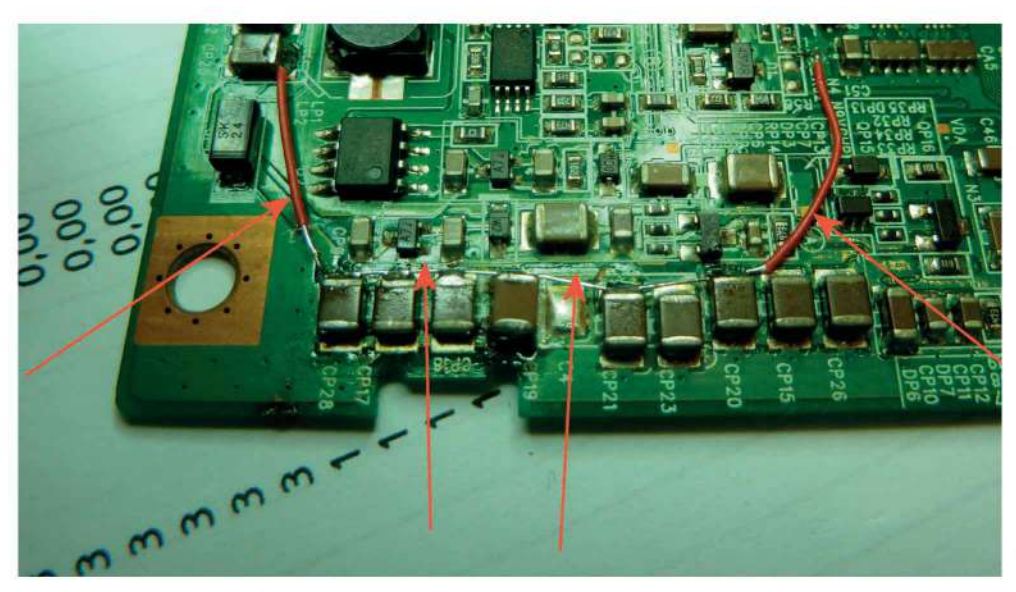


Figure 3-9. **Reconstitution des pistes après remplacement du condensateur défectueux**

On vérifiera dans tous les cas et avec beaucoup de soin la qualité des soudures, la continuité de l'ensemble du signal reconstitué et l'isolement avec les pistes voisines.

Enfin, le nettoyage des excès de flux de soudure avec de l'alcool isopropylique (ou un autre solvant) permettra d'éviter l'oxydation future du circuit. Les puristes pourront appliquer un vernis protecteur qui protégera chimiquement la réparation et fixera les petits fils utilisés.

Cas d'un court-circuit sur un signal d'alimentation

Dans la recherche d'un court-circuit sur un signal d'alimentation, il sera parfois très difficile d'isoler le composant provoquant le court-circuit en raison de la présence de pistes internes non apparentes, propageant le signal d'alimentation dans la carte. Dessouder tous les composants en liaison entre cette alimentation et la masse serait fastidieux, alors qu'il s'agira le plus souvent d'un condensateur défectueux. Il n'existe pas de solution miracle à cette situation. On pourra parfois isoler partiellement des portions du signal d'alimentation grâce aux composants utilisés en ponts sur une ou l'autre des faces du circuit imprimé.

SIMULER UN SIGNAL

La simulation d'un signal dont on doute de la validité ou de la présence devra se faire en ayant soin de ne pas provoquer la destruction du circuit qui normalement le génère et en étant certain de la validité de sa simulation.

Simulation d'un signal de commande (tension fixe)

Il sera préférable d'isoler la ligne du circuit générant normalement le signal afin d'éviter que le circuit puisse subir un dommage ou que le signal soit forcé par ce circuit. On pourra toutefois, en étudiant le circuit, s'affranchir de cette obligation mais cela reste dangereux, la connaissance des circuits internes à un circuit intégré de commande étant souvent très partielle.

Il faudra s'assurer d'injecter cette tension en provenance d'une alimentation (interne à l'appareil ou externe parfois) au travers d'une résistance de l'ordre de 1 à 10 kΩ afin de ne pas risquer d'injecter une intensité trop importante en cas de court-circuit. Enfin, la présence d'un interrupteur externe permettra de commuter cette commande rapidement lors de la recherche de panne.

Injection d'un signal de test

Le signal (signal audio ou vidéo) pourra provenir de l'appareil en lui-même mais cela est rare, il s'agira en général d'un signal provenant d'un générateur externe (générateur basse fréquence dans le cas du dépannage d'un amplificateur son) ou d'un appareil externe (tuner vidéo par exemple ou signal prélevé sur un appareil en état de fonctionnement).

Là également, il sera préférable d'isoler le circuit mais tout en conservant les conditions de fonctionnement en évitant par exemple d'interrompre le circuit au ras de la broche d'entrée du composant testé mais au contraire à la sortie du précédent.

L'objectif étant souvent d'obtenir un fonctionnement même de mauvaise qualité, il sera toujours préférable d'assurer la sécurité des circuits que la qualité du résultat, cela pourra s'affiner dans un deuxième temps. Ainsi, on pourra utiliser un condensateur de liaison afin d'isoler la composante continue d'un signal pour ne pas perturber le circuit en test ou provoquer des dommages à l'appareil générateur du signal.



Injecter un signal est toujours une opération délicate qui nécessite de bien connaître la constitution du circuit devant recevoir le signal et comprendre son fonctionnement. Sans ces précautions, une telle opération risque d'apporter plus de dégâts que de bénéfices.

CHAPITRE 4

RÉPARER UN TÉLÉVISEUR À ÉCRAN LCD/LED

Parmi les appareils électroniques susceptibles d'être réparés, le téléviseur est l'un des plus complexes… mais aussi l'un des plus enclins à tomber en panne. Aussi lisez avec attention ce chapitre, même si vous n'êtes pas directement concerné dans le cas présent, car il vous aidera à affronter l'un de ces appareils avec moins d'appréhension dans le futur, dans l'urgence d'une panne toujours mal accueillie.

Les téléviseurs équipés d'écrans LCD (ce sont les plus nombreux) comportent des circuits courants dans de nombreux autres appareils, notamment celui de leurs alimentations électriques.

Architecture des téléviseurs LCD/LED

Les téléviseurs à écran LCD et à rétroéclairage de type « néon » à tubes CCFL *(Cold Cathode Fluorescent Lamp)* sont plus communément appelés Téléviseurs LCD ; ceux, plus récents, munis d'un rétroéclairage à diodes LED *(Light Emitting Diode)*, bien qu'utilisant la technologie LCD, sont plus communément appelés « Téléviseurs LED ». Pourvus de la même architecture interne, seuls les circuits qui pilotent le rétroéclairage diffèrent.

On peut y distinguer sept parties principales :

- l'alimentation des circuits à partir du secteur (carte alimentation ou PSU ou encore SMPS) ;
- les circuits de contrôle et de vidéo/son (carte SSB) possédant les divers connecteurs des appareils externes (Péritel, DVI/HDMI, audio, USB, etc.) ;
- les circuits de contrôle et de « timing » de l'écran (carte T-Con) ;
- les circuits d'alimentation du rétroéclairage (« inverter ») ;
- les petits circuits auxiliaires (voyants, récepteur infrarouge de la télécommande, boutons ou clavier de commande) situés sur des petites cartes fixées directement au boîtier ;
- la dalle écran ;
- les haut-parleurs.

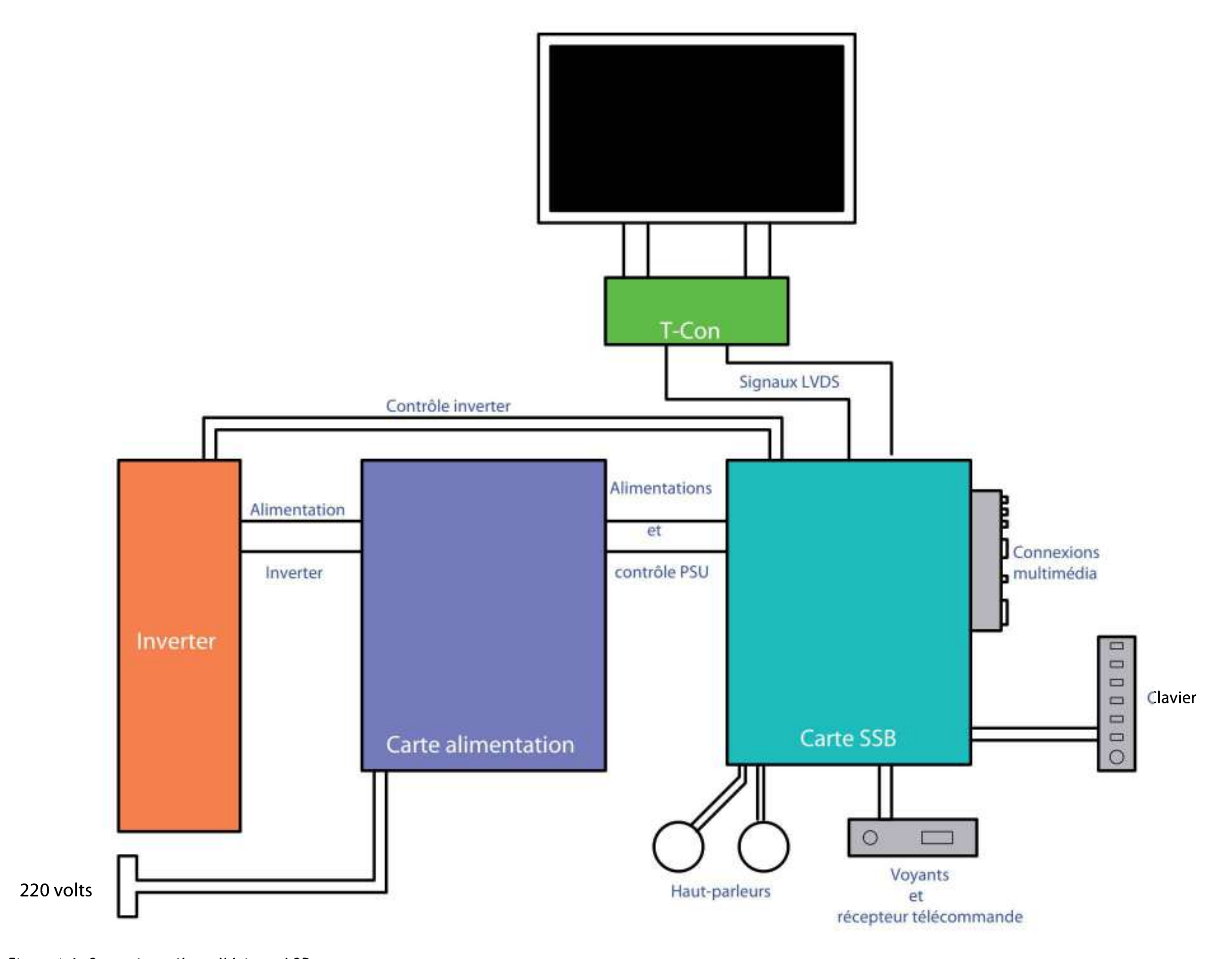


Figure 4-1. Synoptique d'un téléviseur LCD

Cette décomposition est valable électroniquement mais pas nécessairement physiquement. Ainsi, les plus récents téléviseurs ne disposent plus d'une carte « inverter » séparée, les circuits d'alimentation du rétroéclairage étant incorporés à la carte d'alimentation générale du téléviseur. Les circuits n'en sont pas moins distincts. Il existe aussi parfois, une carte dite « balancer » qui distribue la tension d'alimentation des lampes CCFL générées au niveau de la carte alimentation aux différents tubes du rétroéclairage. Cette carte peut alors comporter les circuits de détection de fautes.

Certains téléviseurs ont également, regroupé de façon séparée de la carte SSB, l'ensemble des connecteurs d'entrées-sorties (Péritel, HDMI, Audio, etc.) et l'emplacement de la carte de décryptage des chaînes numériques (carte PCMCIA dite CI).

Les petits téléviseurs (moins de 26 pouces de diagonale) sont fréquemment composés de deux parties principales : un bloc alimentation externe et le bloc écran comportant la carte SSB, une petite carte « inverter » et la carte T-Con indissociable de l'écran. Parfois, une unique carte interne reprend les fonctions d'alimentation du rétroéclairage. Quelques-uns, à la manière des écrans informatiques ont une seule carte intégrant l'alimentation, « l'inverter » et les circuits de réception à l'exception de la carte T-Con toujours intégrée à la dalle écran.

Les différents types d'écrans plats LCD

LA TECHNOLOGIE D'AFFICHAGE

Puisque nous parlons des écrans plats dans cette section précisons qu'il s'agit des écrans de vidéo (moniteurs ou téléviseurs) ou des écrans informatiques, qu'ils soient autonomes ou intégrés à des ordinateurs portables, voire à des consoles de jeux ou smartphones. J'élimine de cette énumération les écrans à tube cathodique maintenant obsolètes ou les écrans plasma qui seront traités séparément.

Les faiblesses de l'affichage LCD concernent essentiellement les temps de réponse (passage de l'état transparent à l'état opaque et inversement) qui nuisent à la fluidité des images en mouvement et le contraste limité limitant ainsi la profondeur des noirs des images affichées. Ces deux points motivent l'existence des écrans plasma, plus brillants et au contraste plus profond.

On retrouve principalement deux types d'écrans plats LCD dans les téléviseurs, consoles ou ordinateurs (je passe volontairement en effet sur les écrans de type réflectif monochrome trouvés par exemple dans les liseuses d'e-books) :

- le type LCD à rétroéclairage CCFL (plus communément appelé LCD) ;
- le type LCD à rétroéclairage LED (plus communément appelé LED).

Les écrans TV sont des deux types, mais remarquons que le type LED est le plus récent y compris pour les écrans d'ordinateurs portables. En ce qui concerne les consoles de jeux, les smartphones et en général pour les écrans de petite taille, la technologie LED est la seule adoptée. Il existe plusieurs technologie pour l'affichage LCD (indépendamment du rétroéclairage), cela n'est pas important au niveau du dépannage.

De même, le rétroéclairage à LED se décline en LED edge ou Full array caractérisant pour le premier la disposition des diodes sur le pourtour de l'écran, pour le second, un matriçage de diodes LED sur la totalité de la surface de l'écran. Bien entendu, le second type est le plus coûteux mais il présente l'avantage de permettre un contrôle très fidèle du contraste des images (contraste dynamique). C'est en modulant la luminosité des diodes selon le contenu de l'image, que le contraste dynamique augmente le contraste apparent des écrans de télévision. La technologie Edge tout comme la technologie à CCFL ne permettant qu'un contrôle du contraste dynamique au niveau global de l'image.

LES RÉSOLUTIONS DE L'IMAGE

Elles sont très variables selon le type d'appareil. En ce qui concerne les téléviseurs, on retrouve sur quelques appareils anciens des résolutions de type VGA (640 × 480 pixels), très fréquemment des définitions HDReady (1 380 × 768 pixels) ou Full HD (1 920 × 1 280 pixels), mais aussi quelquefois des définitions intermédiaires comme le 1 024 × 1 024 ou 1 280 × 1 024 pixels. Les images de télévision numérique actuelles étant diffusées en 1 380 × 768 (SD pour standard définition) ou en 1 920 × 1 280 (HD pour haute définition), les circuits adapteront les images reçues par interpolation ou extrapolation selon le type d'émission et la définition de l'écran du téléviseur.

En ce qui concerne les ordinateurs, elles vont de 640 × 480 pour les plus anciens à 1 920 × 1 280, voire davantage pour les plus récents.

Pour les petits appareils, la diversité est également importante.

LES FACTEURS DE FORMAT D'IMAGE

Les formats des écrans sont exprimés par le rapport entre les dimensions de la largeur et de la hauteur des écrans. Les formats courants sont 4/3, 16/9 ou 16/10.

MODÈLES D'ÉCRANS ET FABRICANTS

Seuls quelques constructeurs se partagent le marché de la fourniture des écrans destinés à la télévision, parfois deux écrans fabriqués par deux constructeurs différents ont des caractéristiques voisines, voire identiques mais leur interchangeabilité est plus qu'incertaine. Ils intègrent souvent la carte de contrôle et la carte d'alimentation du rétroéclairage. Leurs connecteurs sont fréquemment incompatibles entre eux.

À partir du moment où deux dalles possèdent les mêmes caractéristiques électriques, la même résolution et la même fréquence de rafraîchissement, leur substitution pourra être envisagée sans toutefois avoir la certitude que cela se révélera positif. D'une part, il sera peut-être nécessaire de modifier le connecteur de liaison avec la carte de contrôle vidéo, d'autre part, il y a de grandes chances pour que le rétroéclairage soit différent au moins au niveau connectique. Enfin, il se peut que l'image soit de mauvaise qualité (couleurs inversées, saturation…). Dans tous les cas, s'assurer que l'interface LVDS (liaison écran – circuits vidéo) soit la même (nombre de fils et fréquence de fonctionnement) et surtout que la tension d'alimentation soit bien identique (5 ou 12 V en général).

En cas de mauvaise image, il se peut que le menu des réglages de service du téléviseur permette l'ajustement des paramètres du micro logiciel à la dalle écran. Certains modèles de téléviseurs peuvent en effet être équipés de plusieurs modèles d'écrans et leurs circuits vidéo permettent l'ajustement via les paramètres de service accessibles au dépanneur. D'autres ne permettent pas ces réglages et le modèle de leur carte vidéo dépend de la dalle installée. En cas de panne ou de fausse manœuvre, les paramètres peuvent ainsi avoir été modifiés et provoquer un mauvais affichage ou, bien plus grave, pas d'image du tout.

En résumé, la substitution d'une dalle écran par une autre est très aléatoire et doit être envisagée avec beaucoup de précautions et sans certitude de succès. Il existe souvent des modèles presque totalement équivalents fournis par deux ou plusieurs constructeurs de dalles. Chez un même constructeur il peut aussi y avoir des modèles ne se différenciant qu'au niveau mécanique (fixation, par exemple) ou au niveau du rétroéclairage.

Pour ma part, j'ai néanmoins déjà substitué des dalles 15,6 pouces de deux marques différentes.

J'ai également réussi à remplacer la partie affichage d'un écran brisé par celle d'un autre écran dont le rétroéclairage était défectueux (tubes néon brisés) avec succès. Il a fallu bien entendu substituer aussi la carte de contrôle de l'affichage (T-Con). Cela reste du domaine empirique et demande une vérification approfondie des problèmes de compatibilité mécanique mais également et surtout électriques (connecteurs) et électroniques (tensions d'alimentation et caractéristiques des signaux de commande de la dalle).

En revanche, en conservant la dalle d'un téléviseur dont la carte vidéo était défectueuse et non réparable, sa substitution par celle d'un modèle différent de téléviseur du même fabriquant, mais utilisant

une dalle différente avec cependant une interface strictement équivalente électriquement, a donné un résultat décevant au niveau image (couleurs en négatif).

Attention aux ressemblances !

Il existe de multiples modèles d'écrans pour une même technologie, une même dimension, une même résolution chez un même constructeur et tous ne sont pas interchangeables ! Ils se différencient par leur rétroéclairage, leurs tensions d'utilisation, leurs fréquences de rafraîchissement, leurs connecteurs mais aussi par le micrologiciel vidéo qui leur est adapté.

Démontage d'un téléviseur LCD/LED

Il ne faut pas rêver, le dépannage d'un téléviseur se résume rarement au changement de son cordon d'alimentation, de son câble d'antenne ou à un simple réglage. Il va donc falloir passer à l'opération démontage pour laquelle quelques précautions sont à respecter, à la fois pour la sécurité du dépanneur mais aussi pour éviter de détériorer accidentellement le matériel voire de ne plus savoir le remonter.

La plupart du temps, le démontage se limitera au retrait du capot arrière puis à l'extraction d'une ou plusieurs cartes afin de les réparer. Il sera parfois nécessaire d'extraire la dalle écran si celle-ci doit être changée ou réparée.

Dans la majorité des cas, il sera souhaitable, nécessaire parfois, de placer le téléviseur face avant à plat sur une table assez grande et munie d'une protection (tissu épais, par exemple) et parfaitement plate pour éviter d'endommager l'écran.

On pourra également poser le téléviseur sur deux supports en polystyrène ou en bois (morceaux de chevron). Ce montage permettra de voir l'image du téléviseur à l'aide d'un miroir lors du dépannage.

Les boîtiers de téléviseurs sont toujours constitués de trois parties.

- Le cadre de la face avant auquel est attaché l'ensemble de la carcasse métallique du téléviseur, carcasse sur laquelle sont fixées la dalle écran et les différentes cartes des circuits électroniques. La carcasse reçoit également les petites cartes auxiliaires (clavier de commande, voyants et récepteur infrarouge de télécommande) et les haut-parleurs dans la plupart des cas.
- Le panneau arrière, souvent nu, est parfois pourvu des haut-parleurs et dans certains modèles d'un éclairage d'ambiance.
- Le pied support.

Le démontage commencera donc par le démontage du pied qui souvent interdit le démontage du capot arrière s'il est en place. Le pied est en général tenu par quatre vis qu'il faut retirer puis le pied sera extrait soit directement soit en le glissant vers l'extérieur du boîtier.

On procédera ensuite à l'ouverture du couvercle du fond du téléviseur. Pour cela, retirez les vis situées sur son pourtour mais également celles qui retiennent le panneau arrière au niveau des connecteurs d'entrées-sorties et parfois en milieu de panneau. La plupart de ces vis sont de type cruciforme mais

elles ne sont pas nécessairement toutes identiques. Il est donc essentiel de repérer les emplacements selon les types de vis afin d'éviter, au remontage, de détériorer les pas de vis souvent sur des entretoises en plastique.

À cette étape, un croquis sommaire ou une série de photos montrant les vis près de leurs emplacements respectifs sera appréciée lors du remontage.

Évitez les vis trop longues

L'utilisation de vis de longueur trop importante peut conduire à la perforation des cartes de circuits imprimés ou de la dalle. Aussi veillez à ne pas mélanger les types de vis au remontage. De même, lors de l'accrochage au mur d'un téléviseur à l'aide d'un support mural, l'utilisation de vis trop longues peut endommager les circuits du téléviseur.

Le retrait du capot arrière doit se faire sans forcer. Parfois des vis oubliées le retiennent encore, on sera guidé en vérifiant quelle partie du capot refuse d'être retirée.

De même, une photo de l'intérieur de l'appareil, capot enlevé, permettra de repérer les différentes interconnexions entre les cartes et autres éléments.



Figure 4-2. **Vue intérieure d'un téléviseur de diagonale 15, 4 pouces**



Figure 4-3. **Vue intérieure d'un téléviseur récent de diagonale 26 pouces**

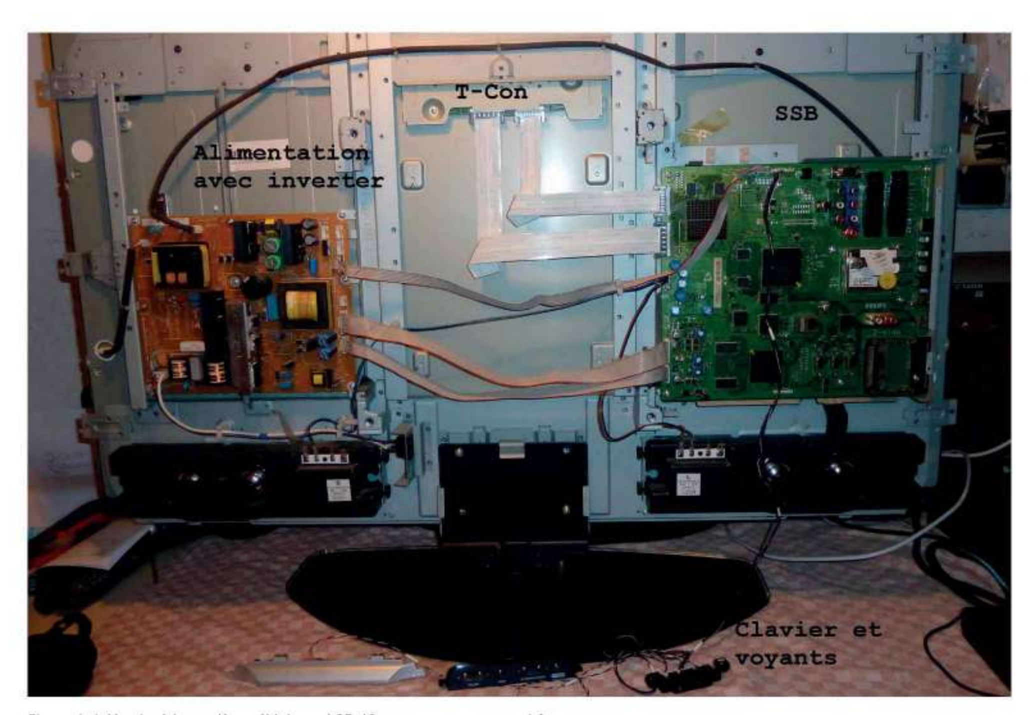


Figure 4-4. **Vue intérieure d'un téléviseur LCD 42 pouces sans capot ni face avant**

Parfois, surtout pour les petits téléviseurs, le capot arrière est « clipsé » sur la face avant malgré la présence des vis sur son pourtour. Il faudra déverrouiller avec précaution ces clips afin de ne pas casser le boîtier. Certains diront que c'est plus facile à dire qu'à faire, je les rejoins. Ces appareils n'étant pas fait pour être réparés ni démontés, il faut user d'un maximum de précautions. Si une fixation est cassée, on pourra soit la recoller, soit faire confiance aux autres fixations pour maintenir le capot en place correctement.

Certains fabricants ont fixé l'ensemble des éléments constituant le téléviseur sur le capot arrière. En ce cas, c'est le cadre de la face avant qui doit être retiré en premier. Ce cas n'étant pas fréquent, cela surprend et rend le démontage parfois difficile.

Attention aux câbles

Dans tous les cas, vérifiez bien qu'aucun câble provenant d'éléments fixés sur le capot arrière ne soit relié aux cartes électroniques de l'appareil. Si de tels câbles existent, ils sont souvent courts et pourraient être arrachés par mégarde, ce qui pourrait les couper ou détruire leurs connecteurs ou les cartes auxquelles ils sont soudés.

Le capot arrière étant maintenant enlevé, il est en général possible de remettre le pied en place de façon à pouvoir déplacer l'appareil et surtout à voir son image lorsque celle-ci apparaîtra.

Si l'appareil comporte des traces de salissures, notamment des poussières attirées par les champs électriques présents dans l'appareil, un petit nettoyage délicat à l'aide d'un pinceau aidé du tuyau d'aspirateur sera opportun.

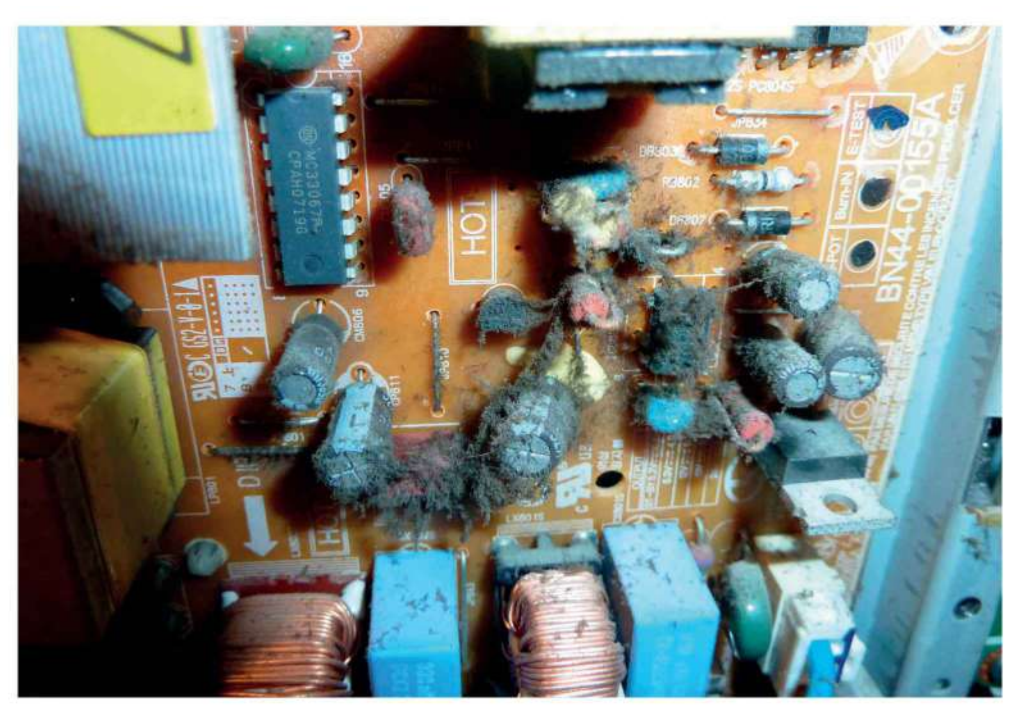


Figure 4-5. **Présence de poussières au niveau d'une carte alimentation**

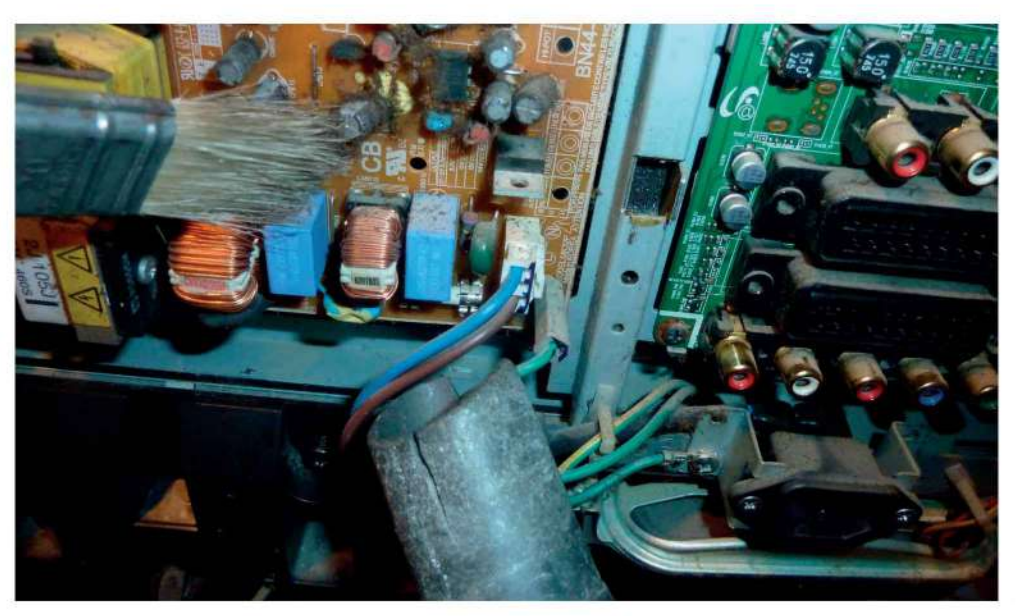


Figure 4-6. **Nettoyage au pinceau et aspirateur**

Dans tous les cas, il faut retirer toutes les poussières des différents circuits car à terme, associées à l'humidité de l'air, ces salissures finiront par devenir conductrices et provoqueront des problèmes.

De même, si des traces de salissures sont présentes au niveau des ouïes d'aération des différents capots, il est indispensable de les nettoyer afin de rétablir une circulation de l'air à l'intérieur de l'appareil.

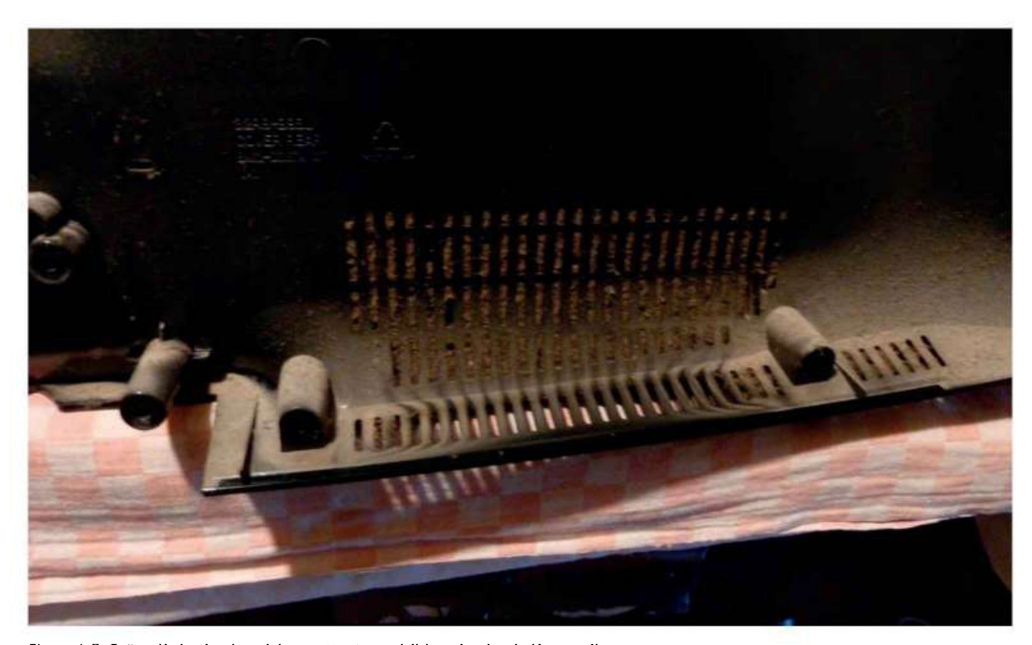


Figure 4-7. **Ouïes d'aération bouchées mettant en péril les circuits de l'appareil**

Arrivé à ce stade, l'intérieur de l'appareil étant visible et propre, il est recommandé de procéder à une inspection visuelle minutieuse des différents circuits et câbles d'interconnexion afin de chercher le moindre indice qui pourrait guider le dépanneur. Même si un défaut constaté ne concerne pas directement la panne, c'est potentiellement une cause possible d'une future défaillance, aussi il faudra de commencer par remettre en état tout ce qui peut l'être avant de continuer.

Imaginons une panne de son. En ouvrant le téléviseur, on constate des traces d'arc électrique au niveau des connexions des tubes néon du rétroéclairage. Il serait dommage de ne rien faire au risque, un jour prochain, de voir le téléviseur être à nouveau en panne mais cette fois de rétroéclairage.

Si le démontage doit être poursuivi par celui de la dalle écran, désolidarisez la face avant du châssis métallique de l'appareil en prenant soin de déconnecter les câbles reliant les parties fixées à cette face avant. Il faudra ensuite séparer les châssis de la dalle écran toujours en prenant soin de déconnecter les câbles reliant la carte T-Con à la carte principale.

Afin de permettre de continuer les essais sans devoir remonter à chaque fois l'ensemble dans son châssis, il est recommandé, à ce stade, de placer tous les éléments du téléviseur sur la table de travail en les reliant à nouveau et en prenant soin de les isoler pour éviter tout accident (utiliser des feuilles de plastique collées, par exemple).



Figure 4-8. Téléviseur démonté, dalle à plat avec circuits en dessous et clavier de commande

Les câbles étant trop courts pour disposer de la dalle séparément du châssis métallique, il faudra la plupart du temps superposer à nouveau ces deux parties en les fixant temporairement (ruban tissu adhésif à collage puissant), en prenant soin d'éviter les contacts intempestifs des circuits entre eux pour permettre une remise sous tension lors des tests. On pourra éventuellement placer l'ensemble sur un support isolant (carton).

Le remontage se fera, bien sûr, dans l'ordre inverse en respectant bien la disposition des vis et en prenant soin des différents câbles lors de leurs reconnexions.

À chaque étape majeure du remontage, il sera bon de vérifier le fonctionnement de l'appareil pour éviter de multiples démontages successifs dus à des erreurs ou oublis (oubli de relier un câble, par exemple).

Les vis se logeant dans des trous de fixation situés sur les parties en plastique doivent être serrées modérément, sinon elles risquent de détruire la partie femelle de la fixation de manière irréversible.

Diagnostic des défaillances d'un téléviseur LCD/LED

De nombreuses pannes peuvent survenir dans les téléviseurs dont la complexité est très élevée. Ils renferment en effet plusieurs microprocesseurs dédiés au contrôle de l'appareil, au décodage et traitement du signal vidéo analogique et numérique, au décodage du son, etc.

Les circuits de réception (TV analogique ou numérique), les amplificateurs audio sont aussi parfois complexes car en liaison avec les microprocesseurs du téléviseur ou les circuits de décodage des émissions payantes cryptées.

De ce fait, les téléviseurs actuels sont riches en micrologiciel (firmware). Inutile de dire que la compréhension de l'ensemble de ces circuits dépasse les compétences de bien des électroniciens, en revanche la connaissance générale de leurs fonctions et de l'organisation synoptique d'un téléviseur aidera à la détermination des pannes. D'ailleurs, il existe très peu de documentation sur les circuits vidéo et les logiciels intégrés dont les fabricants gardent jalousement les spécifications.

Les téléviseurs LCD sont également riches en circuits de puissance pour l'alimentation, le rétroéclairage ou l'amplification audio.

La plupart des pannes surviennent dans ces circuits ou dans leurs sous-composantes proches des circuits de contrôle (alimentations des circuits dérivées des signaux d'alimentation principale). C'est pourquoi bon nombre de téléviseurs peuvent être relativement facilement réparés sans nécessiter une connaissance approfondie des techniques numériques de l'audiovisuel.

Rappelez-vous que des tensions dangereuses sont présentes au niveau des écrans (rétroéclairage CCFL) et des alimentations (secteur et tensions continues de plusieurs centaines de volts, plus de 1 500 V pour l'alimentation des tubes néon du rétroéclairage. N'essayez jamais de mesurer la tension de sortie vers les tubes CCFL, qui peut être de plusieurs kilovolts, car elle dépasse largement les possibilités des appareils de mesure traditionnels, qui pourraient être détruits ou générer un choc électrique pour l'utilisateur.

L'objectif recherché dans ce chapitre est de permettre au dépanneur de localiser le plus précisément possible l'endroit où, *a priori*, la panne se situe. Un mauvais diagnostic peut coûter très cher, on devra donc consacrer au diagnostic un temps important afin de ne négliger aucune piste. Il ne viendrait pas à l'esprit de qui que ce soit de se contenter d'un diagnostic superficiel lorsqu'il conduit à changer un moteur de voiture. En électronique, il en est de même, surtout si la conclusion trop hâtive oriente le dépanneur à mettre l'appareil au rebus ou à changer une carte coûteuse alors qu'il s'agit peut-être d'un simple composant de moins d'un euro !

Établir un diagnostic fiable et complet n'est pas simple et les fausses pistes sont nombreuses tant l'interaction entre différents circuits est grande. Une simple mauvaise tension d'alimentation rendra par exemple les meilleurs circuits vidéo inopérants et pourtant innocents.

CYCLE DES DIFFÉRENTS ÉTATS DU TÉLÉVISEUR

Il existe deux, parfois quatre modes de fonctionnement d'un téléviseur qu'il faut savoir différencier.

- Le mode « arrêt », aucun voyant n'est allumé, le passage au mode veille se fait par l'action sur un bouton du clavier situé sur un des côtés du téléviseur. Tous n'ont pas ce mode.
- Le mode « veille » ou « stand-by » qui se reconnaît par l'allumage fixe d'un voyant de la face avant. Un voyant clignotant indique une erreur. Un voyant éteint indique soit le mode « arrêt » soit une panne du mode veille. Seuls les circuits de contrôle de mise en route du téléviseur sont alimentés, prêts à réagir à une demande de mise sous tension. L'unique tension de veille est délivrée par l'alimentation qui est en attente du signal de mise sous tension (Power on).

- Le mode « pré-veille » précède le mode veille après une mise hors fonction du téléviseur. Il est identique au mode veille aux yeux de l'utilisateur, la différence est le maintien en fonction quelques minutes de la réception des chaînes TNT numériques pour permettre au téléchargement d'une mise à jour du micrologiciel de se terminer le cas échéant. Ce mode n'existe pas sur tous les téléviseurs.
- En mode « marche », le téléviseur se met en fonctionnement normal suite à une demande par le clavier ou la télécommande.

Il est important de connaître ce cycle qui, s'il n'est pas respecté, donne quelques indications précieuses sur la panne. En effet, si le mode veille n'est pas correctement établi, inutile de continuer plus en avant, le téléviseur ne se mettra pas en mode marche normale.

Le cycle de passage des différents modes peut se résumer ainsi :

1 **Arrêt à veille**
   - Appui sur la touche Power du clavier (ou sur l'interrupteur général de l'alimentation).
   - La tension de veille (en général 3,3 ou 5 volts) est délivrée par l'alimentation.
   - Le voyant de veille situé en façade est allumé fixe après quelques clignotements indiquant l'initialisation des circuits de contrôle du téléviseur.
   - Passage en mode veille.

2 **Veille à marche**
   - Appui sur une touche de changement de chaîne du clavier ou sur la touche Power de la télécommande pour passage en mode de fonctionnement normal.
   - Le signal Power on est délivré par la carte SSB (*Small Signal Board* ou carte de contrôle) à la carte d'alimentation.
   - Le voyant en façade clignote quelques secondes indiquant l'initialisation de l'ensemble des circuits du téléviseur.
   - Les circuits d'alimentation du rétroéclairage (« inverter ») reçoivent le signal « Backlight On » et allument le rétroéclairage.
   - Le voyant de veille en façade s'éteint, si un voyant de fonctionnement de couleur différente existe, celui-ci reste allumé fixe.
   - Le téléviseur est en mode marche ou fonctionnement normal.

3 **Marche à pré-veille ou veille ou arrêt**
   - La touche Power du clavier est actionnée, le téléviseur passe en mode arrêt. Plus aucune tension d'alimentation n'est délivrée.
   - La touche Power de la télécommande est actionnée, le téléviseur passe en l'état pré-veille ou veille.
   - Le rétroéclairage est mis hors fonction (signal « Backlight On » absent).
   - Image et son cessent de fonctionner.
   - Le signal Power on est désactivé, toutes les tensions délivrées par l'alimentation sont coupées (en général), seule la tension veille demeurant active.
   - le téléviseur passe en mode pré-veille ou veille selon que le mode pré-veille existe ou non sur l'appareil.
   - Seule la tension de veille demeure présente.

4 **Pré-veille à veille**

Le téléviseur attend une minuterie qui le fera passer en veille.

5 **Veille**

Le téléviseur est en attente d'une demande de mise en fonctionnement, etc.

À noter que dans certains téléviseurs, l'ensemble des tensions restent actives en mode veille et leur coupure est assurée au niveau de la carte SSB. Ceci est bien entendu le cas pour les téléviseurs à alimentation externe.



Le premier réflexe à avoir devant un téléviseur récalcitrant est de faire le bilan des tensions d'alimentation. Sont-elles présentes et leurs valeurs sont-elles correctes ? En général, les tensions sont indiquées par sérigravure sur le circuit imprimé de la carte alimentation au niveau des connecteurs ou bien entendu dans le manuel de maintenance.

LE TÉLÉVISEUR NE SE MET PAS EN VEILLE LORSQU'IL EST RELIÉ AU SECTEUR

Aucune réaction en reliant le téléviseur au secteur, aucun voyant ne s'allume. Ceci présume d'une panne d'alimentation de l'appareil, d'une mise en court-circuit ou d'une mise en sécurité de celle-ci par la carte SSB ou la carte inverter.

L'alimentation est externe

Si un bloc d'alimentation externe est utilisé, dans le cas des téléviseurs de petite taille, on peut alors vérifier son fonctionnement à vide (voltmètre) puis en charge à l'aide de lampes basse tension ou mieux de résistances de puissance correctement assemblées en montage série-parallèle afin de respecter la tension de sortie de l'alimentation et son courant nominal.

Il faudra également vérifier que la prise d'alimentation du récepteur n'est pas endommagée, fondue, en court-circuit ou dessoudée de la carte principale afin de localiser la panne soit au bloc alimentation qui est alors à changer, soit aux circuits du téléviseur. À noter que le dépannage du bloc alimentation est possible mais nécessitera souvent de sacrifier son boîtier en général indémontable. Le coût d'un bloc alimentation externe étant assez faible, le dépannage sera réservé aux fans de la réparation !

L'alimentation est incorporée au téléviseur

Il va falloir ouvrir celui-ci et diagnostiquer la panne. Les téléviseurs de ce type ont en principe leurs circuits d'alimentation séparés de la carte principale (carte mère ou carte SSB). Leur dépannage est ainsi facilité, l'alimentation pouvant être substituée par des appareils de laboratoire ou une carte de remplacement.

Le dépannage au niveau composant est parfois difficile en raison de l'effet domino, un composant défectueux pouvant entraîner la destruction d'autres composants. C'est pourquoi, nous le verrons, le dépannage d'une alimentation doit être fait avec beaucoup de méthode. Le risque de ne pas y parvenir existe mais ce sont en général les pannes les plus fréquentes et les plus faciles à diagnos-

tiquer et dont la réparation est très souvent possible. On vérifiera en premier lieu la présence de la tension stand-by (tension de veille) nécessaire au fonctionnement en veille du téléviseur.

Vérification des courts-circuits

Dans un cas comme dans l'autre, il faudra vérifier que l'alimentation n'est pas mise en défaut (on dit en sécurité) par une surcharge ou un court-circuit avant de la considérer en panne. Pour ce faire, on déconnectera la carte SSB et on mesurera la résistance présente entre la masse et les diverses lignes d'alimentation sur le connecteur de la carte SSB relié à l'alimentation. On fera de même sur la carte inverter mais il est peu probable que celle-ci bloque le mode veille de l'appareil.



On verra qu'il est généralement possible de vérifier assez simplement les circuits d'alimentation séparément du reste du téléviseur.

LE TÉLÉVISEUR SE MET EN MARCHE QUELQUES SECONDES, PUIS IL SE REMET EN VEILLE

Dans ce cas, un défaut doit être recherché soit au niveau du rétroéclairage en particulier si celui-ci s'allume une fraction de seconde puis s'éteint, soit au niveau des tensions délivrées par la carte alimentation ou à l'intérieur de la carte SSB (alimentations dérivées de l'alimentation principale). En effet, dans un cas comme dans l'autre, la carte SSB vérifie les tensions d'alimentation et le fonctionnement du rétroéclairage. Si un défaut est constaté, un signal d'erreur est envoyé à la carte SSB qui place alors le téléviseur en mode veille puis le cycle recommence, ou en mode sécurité avec clignotement du voyant en façade, celui-ci pouvant indiquer le type de faute détecté (nombre de clignotements).

LE TÉLÉVISEUR RESTE EN VEILLE, REFUSANT DE S'ALLUMER

L'apparition du voyant de veille est un bon signe, l'alimentation n'est pas totalement hors d'usage, cela indique que la tension de veille est présente. Parfois le voyant de veille est fixe mais à la mise sous tension, celui-ci s'éteint indiquant que l'alimentation n'arrive pas à démarrer ou clignote indiquant une faute détectée par la carte contrôleur SSB puis le téléviseur repasse en mode veille. Comme ci-dessus, certains téléviseurs indiquent une faute par un nombre de clignotements dont la signification peut être trouvée dans les manuels de maintenance. Souvent, l'alimentation est mise en fonctionnement par commande en provenance de la carte SSB, celle-ci détecte une anomalie et repasse en mode veille puis réessaie en un cycle répétitif. Il sera donc précieux de vérifier la présence du signal de mise en marche et sa conformité.

Il faut distinguer plusieurs cas.

L'alimentation est externe

A priori, elle est donc en bon état fonctionnel mais ceci reste à confirmer avant tout selon la méthode du test à vide et surtout en charge. Si l'alimentation fonctionne correctement, la mise en

route commandée par les circuits de contrôle ne se fait pas. La défaillance est donc au niveau de la carte SSB. Le dépannage est possible mais dans un faible nombre de cas (défaillance du circuit de commande et des circuits interrompant l'alimentation lors de la mise en veille mais pas du microprocesseur) toujours difficile à diagnostiquer sans aller vérifier les circuits en détail.

Les circuits d'alimentation sont internes et ne fonctionnent pas correctement

Si l'alimentation est fautive, il faudra donc chercher la panne à son niveau. Elle peut être simple, ne comportant qu'un seul convertisseur de tension, ou plus complexe s'il y a plusieurs circuits indépendants, mais dans tous les cas les chances de succès sont grandes. Le plus simple, pour confirmer le diagnostic est de substituer l'alimentation par des appareils de laboratoire ou une alimentation identique mais fonctionnelle.

Les circuits d'alimentation sont internes et fonctionnent correctement

On s'assurera d'abord qu'ils sont en bon état ou partiellement en état fonctionnel. Si la mise en route commandée par les circuits de contrôle ne se fait pas. Le dépannage est possible mais dans un faible nombre de cas (défaillance du circuit de commande mais pas du microprocesseur). Là aussi une recherche en détail dans les circuits de la carte SSB sera nécessaire.

Un défaut dans les circuits du rétroéclairage peut également être la cause de ce dysfonctionnement. Un indicateur de fonctionnement incorrect de l'inverter est en effet souvent transmis à la carte SSB et détecté par les circuits de contrôle du téléviseur qui provoquent la mise en sécurité du téléviseur parfois indiquée par le clignotement du voyant en façade. Selon les téléviseurs, les clignotements peuvent différencier les pannes constatées par la fréquence et le nombre de leurs clignotements.

LE TÉLÉVISEUR S'ALLUME NORMALEMENT (ÉLECTRIQUEMENT), MAIS IMAGE ET SON SONT ABSENTS

Les voyants en façade indiquent une mise sous tension normale, l'alimentation est donc *a priori* hors de cause, toutefois, le téléviseur étant mis en marche, il faut s'empresser (j'allais dire comme d'habitude), de vérifier la valeur des tensions délivrées (multimètre) et leur propreté (oscilloscope) afin de définitivement disculper l'alimentation. L'absence de son ne signifiera pas forcément que les circuits de réception, décodage et amplification du son sont défaillants ; il pourra s'agir simplement de la commutation du téléviseur sur une source d'entrée non connectée à un appareil.

Les tensions à la sortie de la carte alimentation ne sont pas correctes

Les tensions à la sortie de la carte alimentation ne sont pas correctes ou très bruitées, la panne doit *a priori* être localisée dans les circuits de la carte d'alimentation. Leur conformité doit, de toute façon, être obtenue avant de pouvoir continuer.

Plusieurs cas se présentent alors si le fonctionnement n'est pas correct après remise en état des circuits d'alimentation.

Le rétroéclairage ne fonctionne pas

En l'absence de rétroéclairage de l'écran, il sera impossible de voir la moindre image. Il va donc falloir commencer par vérifier les circuits d'alimentation du rétroéclairage (inverter) et dépanner

ceux-ci si nécessaire avant de pouvoir continuer. On pourra toutefois tenter, en éclairant la dalle avec une torche lumineuse de voir si une image apparaît (menu par exemple), ce qui indiquerait que le problème est uniquement un problème de rétroéclairage.

Le rétroéclairage fonctionne

On a donc un écran noir ou blanc uniforme ou un écran bleu ou un écran de neige. S'il est possible de voir les menus, cela sera signe que l'alimentation est probablement fonctionnelle et la carte SSB partiellement opérationnelle.

- **Écran uniformément noir ou blanc –** On vérifiera la présence des tensions et signaux aboutissant au connecteur LVDS allant vers la carte T-Con. Si les signaux sont corrects, la panne se situera au niveau de la carte T-Con ou de l'écran.

- **Écran uniformément bleu –** On peut penser que carte T-Con et dalle sont fonctionnelles, la panne sera à localiser au niveau de la carter SSB. Ceci semble indiquer un défaut de réception en mode numérique. La présence de l'affichage des menus confirmera ce point.

- **Écran de neige –** On peut penser que carte T-Con et dalle sont fonctionnelles, la panne sera à localiser au niveau de la carter SSB. Ceci semble indiquer que le téléviseur est en mode analogique et qu'un problème existe au niveau de la réception des chaînes. La présence de l'affichage des menus confirmera ce point. On pourra tenter de connecter une source analogique à la prise Péritel de l'appareil pour vérifier le fonctionnement de l'ensemble des circuits hors réception et décodage.

- **Écran affichant des lignes horizontales ou verticales (ou les deux) multicolores –** Il y a tout lieu de penser que la carte SSB est hors de cause, le défaut se situant alors au niveau de la carte T-Con dans le meilleur des cas ou au niveau de la dalle écran ce qui est plus grave. Si les lignes sont modifiées en appuyant sur la touche « Menu » de la télécommande, cela sera une preuve de plus de l'innocence de la carte SSB face à ce problème. On vérifiera la présence correcte des signaux LVDS pour définitivement exclure une panne de la carte SSB.
  Afin de vérifier le fonctionnement des circuits de vidéo numérique, on pourra essayer d'obtenir une image à l'aide d'un ordinateur relié par un câble HDMI ou DVI. En général, le menu s'affichera si les circuits numériques sont fonctionnels.
  On pourra également essayer les différentes sources d'entrée de signaux vidéo analogique. En particulier, l'entrée Péritel à l'aide d'une source externe comme un tuner TNT, un lecteur DVD ou un magnétoscope. Si le fonctionnement est correct sur certaines entrées ou toutes, cela permettra de mieux localiser les circuits où la panne se situe.
  Il va falloir alors vérifier la présence et l'absence de bruit anormal des différente tensions générées sur la carte SSB en examinant en détail le schéma ou en se guidant d'après les composants générant des tensions (régulateurs, circuits élévateurs ou abaisseurs à découpage) ou ceux interrompant ces tensions (transistors MOSFET utilisés en interrupteurs ou « switches »). On pourra pour ce faire se guider sur le schéma de la carte. En l'absence de celui-ci, on repérera les circuits générant des tensions, ils sont très souvent reconnaissables, étant soit des régulateurs, soit des circuits à découpage qu'on localisera auprès des quelques inductances présentes sur la carte.
  Si tout semble correct côté alimentations et si par chance les menus de commande du téléviseur apparaissent et certaines entrées sont fonctionnelles, il va falloir remonter les circuits jusqu'au tuner (là où se connecte l'antenne de toit). On vérifiera la sortie du tuner puis celles de chaque étage de la chaîne de réception au niveau image et son. Mais nous sommes en ce cas dans les situations les plus délicates pour la remise en état du téléviseur.

LE TÉLÉVISEUR S'ALLUME NORMALEMENT (ÉLECTRIQUEMENT), SEUL LE SON EST PRÉSENT

Les voyants en façade indiquent une mise sous tension normale, l'alimentation est donc *(a priori)* hors de cause, mais il faut une fois encore s'empresser de vérifier la valeur des tensions délivrées (multimètre) et leur propreté (oscilloscope) afin de définitivement disculper l'alimentation. Plusieurs cas se présentent alors.

Le rétroéclairage fonctionne

La lumière apparaît par les trous au dos de la dalle écran ou l'écran est légèrement éclairé ou blanc uni (cela dépend du type de dalle écran).

- Les tensions à la sortie de la carte alimentation ne sont pas correctes ou très bruitées, la panne doit *a priori* être localisée dans les circuits de la carte alimentation ou tout au moins celle-ci doit être remise en conformité avant de continuer la recherche de la panne si celle-ci subsiste.
- Les tensions à la sortie de la carte alimentation sont correctes et sans bruit excessif, le fonctionnement du rétroéclairage étant correct, on va devoir à nouveau vérifier la présence éventuelle de bruit anormal sur les différentes tensions générées sur la carte SSB en examinant en détail le schéma ou en se guidant d'après les composants générant des tensions (régulateurs) ou interrompant ces tensions (transistors MOSFET utilisés en switches). On évitera toutefois les circuits relatifs à l'audio qui fonctionnent normalement.
- On vérifiera que la carte SSB fournit bien les signaux vidéo à la dalle. Si tout semble correct, la carte T-Con ou la dalle semble être à l'origine de la défaillance.

Le rétroéclairage ne fonctionne pas

Avec un peu de patience, en éclairant l'écran avec une lampe de poche dont on variera l'orientation vers l'écran, on doit pouvoir apercevoir l'image si celle-ci est présente (choisir une image animée de préférence plutôt que le menu trop fixe pour attirer l'œil). Les circuits générant les tensions du rétroéclairage (inverter) sont alors à incriminer ou pire, les lampes ou les LED du rétroéclairage sont défaillants.

LE TÉLÉVISEUR S'ALLUME NORMALEMENT : AUTRES DYSFONCTIONNEMENTS

L'alimentation est donc *(a priori)* hors de cause, mais il faut une fois encore s'empresser de vérifier la valeur des tensions délivrées (multimètre) et leur propreté (oscilloscope) afin de définitivement disculper l'alimentation. Plusieurs cas se présentent alors.

Son de mauvaise qualité

- Les circuits son des téléviseurs modernes sont équipés d'amplificateurs dits « Classe D » qui en fait fonctionnent selon le principe de la modulation de la durée d'impulsions digitales (signaux rectangulaires) de fréquence fixe. Ces amplificateurs présentent l'avantage d'avoir un très bon rendement électrique et de peu chauffer en regard des puissances délivrées. Bien entendu, ils

sont loin de rivaliser avec les amplificateurs « analogiques » classiques au niveau de leurs qualités sonores.

- Les tensions aux abords des circuits son doivent être vérifiées. Si elles ne sont pas correctes ou très bruitées, la panne doit *a priori* être localisée dans les circuits régulateurs présents sur la carte SSB. Sinon, la recherche de la panne sur les circuits amplificateurs est nécessaire.
- Il se peut aussi que les éléments du filtre de sortie soient endommagés et provoquent soit une panne totale de son, soit un son déformé, soit la détection d'un défaut entraînant la mise en sécurité du téléviseur si celui-ci est pourvu de circuits de détection de ces fautes. L'amplificateur pourra avoir été détruit en raison par exemple d'un court-circuit au niveau d'un condensateur. Avant de remplacer celui-ci, il sera nécessaire de vérifier l'état des circuits de filtrage/protection de la sortie amplifiée.
- Enfin, le défaut peut aussi provenir d'un haut-parleur défectueux (coupure de la bobine mobile, rupture des connexions ou membrane percée). Il y a aussi parfois accumulation de poussière ou présence d'un élément qui, touchant la membrane ou la bobine mobile, vibre à son contact.

Image défectueuse

Il faudra dans tous les cas vérifier tous les types d'entrées du téléviseur pour tenter de localiser la panne le plus précisément possible. Inutile de vérifier les circuits en bon état fonctionnel.

- Premier cas : les tensions aux abords des circuits vidéo doivent être vérifiées. Si elles ne sont pas correctes ou très bruitées, la panne doit *a priori* être localisée dans les circuits régulateurs présents sur la carte SSB.
- Deuxième cas : les tensions ayant été vérifiées, la recherche de la panne sur les circuits vidéo est nécessaire mais souvent difficile.
- Troisième cas : si l'image présente des couleurs délavées ou tirant sur une couleur rouge bleue ou verte ou présente des traînées, des barres ou des lignes horizontales ou verticales fixes ou si elle est affichée en négatif, la panne se situera vraisemblablement en aval de la carte SSB. Dans le meilleur des cas, la carte T-Con sera en cause mais il faut malheureusement penser également à une défectuosité de la dalle écran qu'il faudrait alors changer. Étant donné le prix prohibitif des dalles LCD, la réparation ne vaut en général pas la peine.

Réparation des dalles écran

On arrive parfois à force de patience, minutie et surtout intuition à repérer un circuit défectueux sur une dalle écran mais cela relève de la rareté car ces circuits ne sont jamais documentés. En effet, les dalles sont commercialisées avec ces circuits. Cette recherche ne doit se faire que SI le défaut est constaté identiquement sur TOUTE la surface de la dalle. Si l'écran est traversé par des paquets de lignes horizontales ou verticales, il s'agira le plus souvent d'un défaut des liaisons cuivre-verre entre les circuits de la dalle et la dalle elle-même, il faut alors renoncer car la réparation de ces connexions relève du miracle. Un cas fréquent est un défaut dans la carte de contrôle de la dalle (Carte LVDS ou T-Con) qu'on trouve parfois d'occasion sur Internet, vendue par les malchanceux qui ont une dalle cassée.

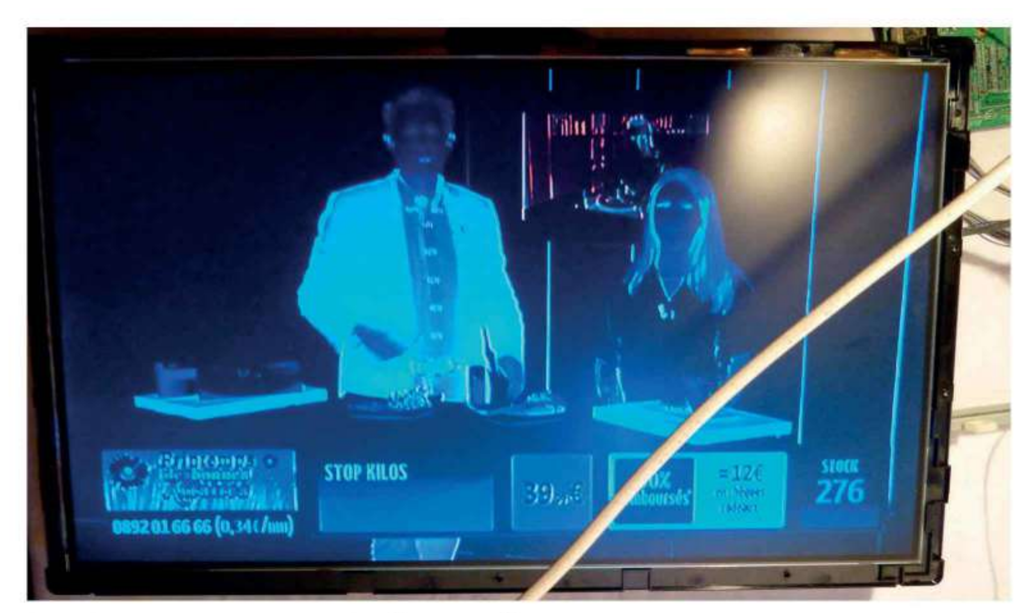


Figure 4-9. **Exemple d'un défaut d'une dalle écran (image négative)**

Dans l'exemple ci-dessus, un circuit intégré générant des tensions (LM334) présent sur le circuit imprimé de la dalle était défectueux et a pu être remplacé.



Figure 4-10. **Exemple d'un défaut d'une carte T-Con**

Dans l'exemple ci-dessus, la carte T-Con présentait un défaut au niveau des circuits générant les tensions de corrections gamma de la dalle LCD.



Figure 4-11. Exemple d'un défaut des circuits « gamma » d'une carte T-Con

Dans l'exemple ci-après, le défaut provenait d'un câble plat mal enfoncé dans un connecteur de sortie d'une carte T-Con (câble reliant la carte T-Con à la dalle écran LCD).

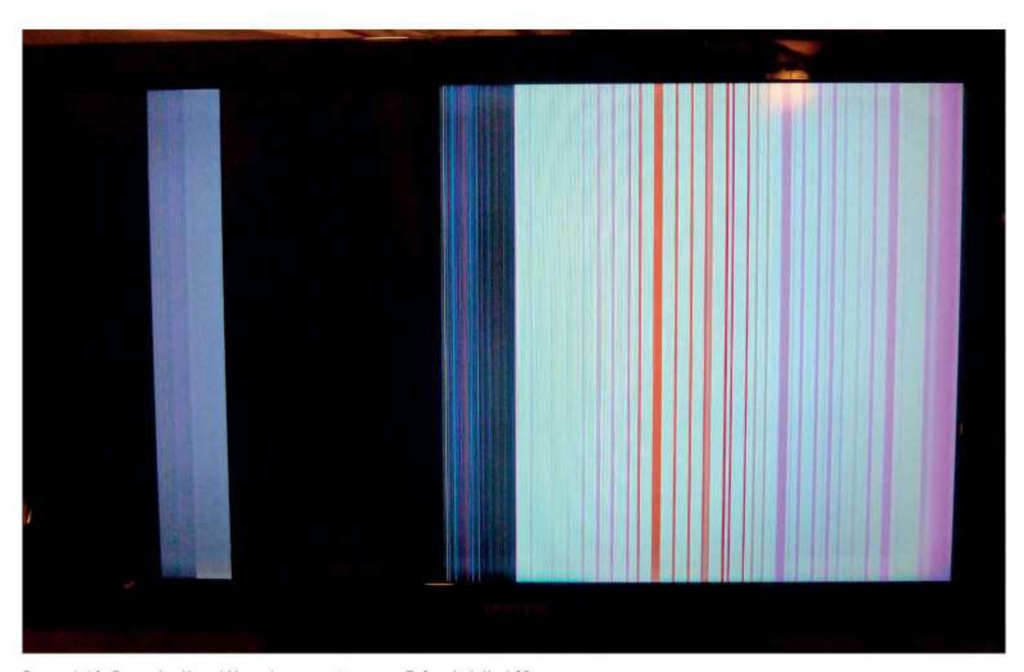


Figure 4-12. Exemple d'un défaut de connexion carte T-Con à dalle LCD

Autres symptômes

Il est impossible de répertorier tous les symptômes que peuvent présenter des appareils, en panne mais il faut savoir que très souvent des pannes sont dues à des tensions incorrectes ou très bruitées. Il faut donc vérifier toutes les tensions dans les cartes constituant l'appareil, ce qui est fastidieux mais souvent bénéfique.

L'impossibilité de mettre en fonction un téléviseur, un défaut d'image, l'absence de son, le réglage des chaînes impossible, etc. peut également avoir pour origine de mauvais paramètres dans les données de configuration accessibles par les « menus service » décrits dans les manuels de maintenance. Cela arrive notamment lorsque des alimentations très bruitées ou de mauvaises valeurs auront perturbé les données en mémoire. Même après réparation des défauts d'alimentation, le téléviseur présentera toujours des défauts. La modification des paramètres de configuration doit se faire avec beaucoup de précautions car un mauvais paramètre peut priver le dépanneur d'image, il deviendra alors très difficile de remettre en état le téléviseur.

Il se peut également que des problèmes au niveau du micrologiciel rendent inopérant le téléviseur et nécessitent soit le changement de la carte SSB, soit la reprogrammation avec des outils spécifiques des mémoires. Ceci est arrivé dans quelques cas heureusement peu fréquents, lors de mises à jour du logiciel par le réseau TNT.

Le plus difficile sera de localiser les pannes intermittentes qui, comme par hasard, ne se manifestent que très rarement en présence du dépanneur ou alors de façon si furtive que leur recherche est rendue impossible. Dans ce cas, une fois de plus on vérifiera les tensions et si cela se révèle négatif, le mieux sera d'attendre que la panne devienne plus systématique pour intervenir.



Rappelez-vous que des tensions dangereuses sont présentes au niveau des écrans (rétroéclairage CCFL) et des alimentations.

Les téléviseurs, même en panne, peuvent trouver acquéreur pour récupération des pièces. Si vous êtes certain de son bon fonctionnement, la revente d'une dalle écran ou d'une carte sera souvent plus facile et rémunératrice qu'un appareil défectueux entier, notamment en raison des problèmes d'expédition. Pensez aux petites annonces et à vos « confrères » à la recherche de pièces d'occasion, consultez les forums de discussion. Évitez de jeter ce qui peut encore être utilisé !

Vérification et dépannage des circuits du téléviseur

Ayant *a priori* localisé l'endroit ou les endroits où se situe la panne, nous allons maintenant aborder la méthodologie à suivre pour vérifier le fonctionnement des différentes parties constitutives du téléviseur et effectuer leur remise en état lorsque cela sera possible. Je dis les endroits car une panne peut apparaître dans un circuit et se propager de façon destructrice vers un autre endroit. Il faudra bien entendu localiser les différents endroits où agir pour réparer l'appareil.

Soyons réalistes, nous ne pourrons pas dépanner tous les appareils dans toutes les situations, et ceci pour trois raisons majeures :

- la complexité ;
- l'absence de solution pratique ou l'impossibilité de se procurer les pièces de rechange ;
- le coût de la réparation.

Toutefois, dans de nombreux cas, la réparation sera possible si les circuits (en particulier alimentation et inverter) ne présentent pas trop d'éléments détruits, ce qui aurait été provoqué par exemple par la propagation de la panne à trop de composants. C'est souvent au prix de nombreuses heures de recherche, surtout lorsqu'on débute, mais quelle satisfaction de redonner ainsi vie à un appareil et vaincre l'adversité de la défaillance. Face à un problème de fonctionnement, les premières vérifications à faire avec minutie consistent en :

- un examen visuel détaillé des circuits imprimés à la recherche de traces de surchauffe ou d'arcs électriques ;
- une vérification du bon état des connecteurs : les débrancher puis les rebrancher (hors tension) ;
- une utilisation avec précaution d'une petite masse souple (manche de tournevis en caoutchouc, par exemple) pour provoquer des petits chocs sur les circuits et connecteurs, à la recherche de mauvais contacts ou de mauvaises soudures ;
- une vérification systématique des tensions délivrées par l'alimentation.

Ces quelques vérifications de base permettront d'éliminer certains défauts ou de recueillir des indices précieux pour identifier l'origine de la panne.

VÉRIFICATION DES CIRCUITS D'ALIMENTATION

En ce qui concerne les circuits d'alimentation, on se limitera dans ce chapitre à leur vérification (le chapitre 8 est dédié à leur remise en état) car ces alimentations sont communes à de nombreux appareils autres que les téléviseurs LCD/LED.

Les circuits d'alimentation qui mettent en jeu des puissances importantes sont les plus souvent mis en cause dans les pannes des appareils de toutes sortes qui sont reliés au secteur électrique. En effet, qui dit puissance dit dégagement de chaleur et donc fragilisation des composants. Les alimentations mettent aussi en jeu des tensions élevées ce qui fait « souffrir » certains composants comme les condensateurs soumis à un stress important. Ce sont également les circuits les plus délicats à réparer, il faut en effet se méfier des « effets domino » qui engendrent la destruction des composants voisins du fautif d'origine. Difficile également car leur vérification demande des appareils de mesure capables de supporter les tensions utilisées, ce qui n'est pas toujours le cas, notamment en ce qui concerne les oscilloscopes.



Soyez très prudent, méthodique et travaillez dans le calme en réparant une alimentation afin d'éviter tout accident : rappelons en effet que les tensions utilisées ou générées peuvent être mortelles pour un être humain.

Dans le cas des téléviseurs de petites dimensions, l'alimentation est souvent fournie par un bloc externe délivrant une tension unique en permanence. La réparation de ces alimentations figure dans le chapitre 8. Dans cette section, nous traiterons uniquement la configuration générale d'une alimentation à découpage spécifique à un téléviseur LCD et intégrée au téléviseur. Les particularités d'une alimentation destinée à un téléviseur LCD sont :

- présence d'une tension de veille délivrée en permanence aux circuits du téléviseur ;
- signal de mise sous tension en provenance des circuits de contrôle du téléviseur (carte principale ou SSB) ;
- fourniture à la carte SSB d'un signal « Power OK » indiquant la présence des tensions d'alimentation fournies (ce signal n'est pas délivré par toutes les alimentations) ;
- multiples tensions fournies aux circuits du téléviseur uniquement en mode fonctionnement normal (à l'opposé du mode veille) ;
- alimentation du rétroéclairage :
  - soit limitée à la fourniture d'une tension continue de 12 ou 24 V et de puissance élevée, destinée à la carte inverter ; cette tension est générée en réponse à un signal de démarrage du rétroéclairage provenant de la carte SSB ; cette configuration est présente dans les téléviseurs LCD et LED ;
  - soit intégrée à la carte d'alimentation dont elle utilise soit la tension primaire redressée (160 à 400 V), soit une tension continue fournie par les circuits secondaires (isolés) de l'alimentation. Dans ce cas, les circuits d'alimentation du rétroéclairage sont mis en fonctionnement en réponse à un signal de démarrage du rétroéclairage provenant de la carte SSB. Ils alimentent directement en haute tension (environ 1 500 V) les tubes néon de la dalle écran (CCFL). Cette configuration est surtout présente dans les téléviseurs LCD récents. Parfois, une unique tension est délivrée à une carte auxiliaire dite « Balancer » qui répartit cette tension entre les différents tubes CCFL de l'écran et permet aussi la détection des fautes de rétroéclairage (tube cassé, surintensité…).

La vérification détaillée et le dépannage des différentes parties de ces alimentations sont décrits dans le chapitre 8 et ci-après pour ce qui concerne les circuits du rétroéclairage (inverter). Nous nous limiterons ici à vérifier la présence des tensions attendues en sortie de l'alimentation afin de déterminer si celle-ci est *a priori* ou non en panne.

Architecture d'une alimentation à découpage

Les tensions et les puissances mises en jeu dans une alimentation sont dangereuses. Une partie des circuits est reliée directement au secteur électrique, c'est pourquoi il est recommandé de disposer d'un transformateur d'isolement lors du dépannage d'une alimentation. Il convient d'agir avec précaution et si possible d'être en présence d'une autre personne durant les manipulations.

Une alimentation à découpage se décompose en deux parties distinctes :

- le circuit primaire relié au secteur électrique par la prise de courant ; il comprend :
  - le fusible de protection et le filtrage des parasites émis par le téléviseur ;
  - le redressement de la tension du secteur et son filtrage ;

- les circuits de commande de l'étage de puissance ;
- les protections de l'étage de puissance ;
- la régulation de tension ;
- le circuit de puissance et le transformateur ;

■ le circuit secondaire isolé du secteur électrique qui inclut :
  - le redressement des tensions et leur filtrage pour la carte principale (SSB) : tension de veille (stand-by) toujours présente et tensions de fonctionnement normal sous contrôle de la carte SSB ;
  - le redressement des tensions et leur filtrage pour l'inverter du rétroéclairage : les régulateurs de tension et les circuits de contrôle et de détection d'anomalies.

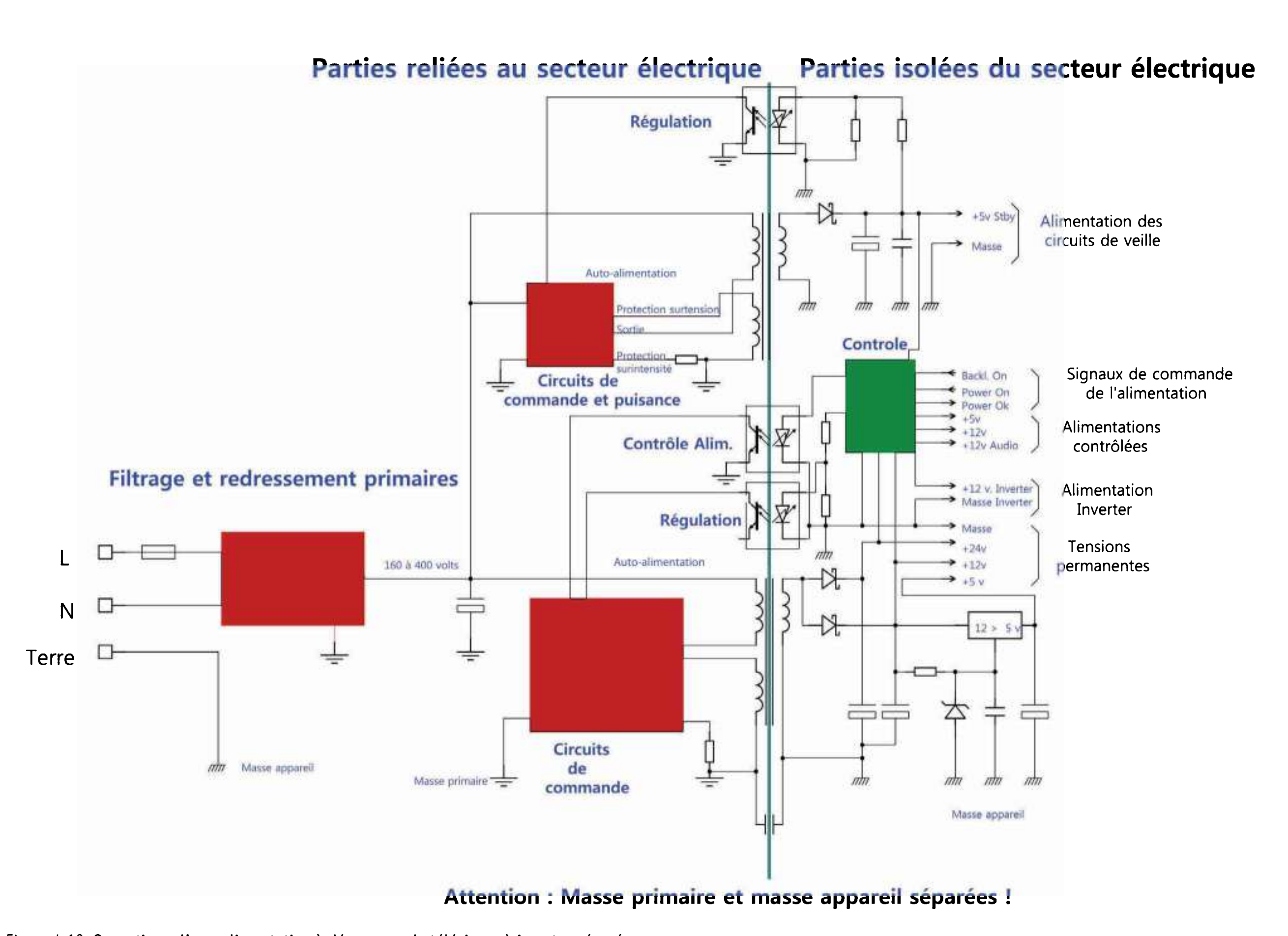


Figure 4-13. Synoptique d'une alimentation à découpage de téléviseur à inverter séparé

Vérification d'une alimentation à découpage

Même si le téléviseur semble se mettre sous tension normalement mais présente des anomalies, il sera bon dans tous les cas de vérifier l'état des tensions délivrées par l'alimentation. On vérifiera, sur le ou les connecteurs de sortie, leurs valeurs, leur bruit et leur stabilité lorsque l'appareil est soumis à des demandes de fonctionnement (action des boutons de façade ou de la télécommande).

Le brochage et les valeurs sont bien entendu indiqués sur le schéma de la carte. En l'absence de celui-ci, on pourra rechercher le brochage des connecteurs arrivant aux autres cartes si on dispose de l'information. Il est également fréquent que ces informations figurent en sérigraphie sur la carte alimentation.

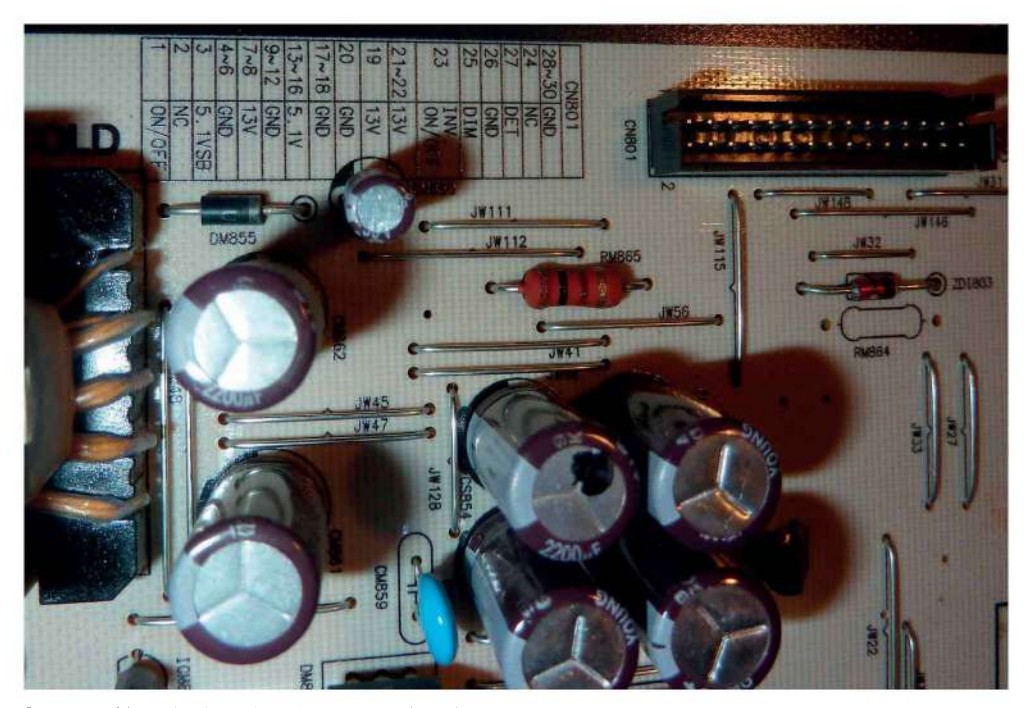


Figure 4-14. **Sérigraphie du brochage du connecteur d'une alimentation**

Procédez avec méthode.

- La carte alimentation étant reliée au reste du téléviseur, on doit se poser les questions dans l'ordre suivant :
  1. Y a-t-il présence de la tension de veille (en général 3,3 ou 5 V) ?
  2. Si oui est-elle fortement bruitée (plus de 200 mV crête à crête) ?
  3. Le signal de mise sous tension parvient-il de la carte principale (SSB) lors de la demande de mise en marche ?
  4. Si oui, les tensions délivrées par l'alimentation vers les différents autres circuits du téléviseur sont-elles correctes ?
- En cas d'anomalie sur la tension de veille :
  1. déconnectez la carte alimentation des autres circuits ;
  2. vérifiez que la tension de veille apparaît normalement ;
  3. sinon, la carte alimentation est probablement en cause.
- En cas d'anomalie sur les tensions autres que la tension de veille, la carte alimentation étant déconnectée de l'inverter :
  1. vérifiez la mise en fonctionnement du reste du téléviseur, même un court instant (anomalie de rétroéclairage détectée sur certains appareils mettant le téléviseur en sécurité) ;
  2. vérifiez alors les tensions délivrées ;

3 l'inverter est peut-être la cause de la défaillance si le téléviseur semble fonctionner mais avec écran noir.



Assurez-vous, par l'examen du schéma du circuit, que la présence d'une tension de veille n'est pas conditionnée à la présence des différents connecteurs réalisant des ponts entre broches nécessaires à la mise en veille.

À ce stade de la recherche, il devrait être possible de déterminer si une vérification plus poussée de l'alimentation est nécessaire ou non. Avant de pouvoir continuer dans la recherche des anomalies, il est indispensable de pouvoir *a priori* disculper l'alimentation. Je dis *a priori* car parfois tout semble correct mais il se peut qu'une situation particulière intervenant lors d'un court instant durant le cycle de mise en marche de l'appareil, puisse révéler malgré tout un défaut de l'alimentation. Je pense notamment à l'incapacité de l'alimentation à fournir la puissance nécessaire lors d'une mise en marche. Cela se détecte par une diminution trop importante d'une ou plusieurs des tensions délivrées.

Pour la tension de veille

- La tension est-elle présente, de valeur correcte et non bruitée ?
- Si cette tension est absente ou incorrecte, on recherchera à l'oscilloscope s'il y a présence de signaux AU SECONDAIRE du transformateur de l'alimentation, indiquant qu'*a priori* les circuits primaires fonctionnent.
- Si c'est le cas, recherchez la panne dans les circuits secondaires.
- Si la tension est bruitée, vérifiez les condensateurs de filtrage au secondaire.
- Si aucun signal n'est détecté au secondaire du transformateur, examinez les circuits du primaire. **Mais dans ce cas, un transformateur d'isolement est indispensable.**

Pour les autres tensions délivrées à la carte SSB

- En simulant le signal de mise sous tension (Power on), recherchez s'il y a présence des différentes tensions, de valeurs correctes et non bruitées ?
- Vérifiez le fonctionnement des circuits de mise sous tension aboutissant en général à la diode LED d'un coupleur optoélectronique dont le phototransistor commande la mise en fonctionnement du circuit primaire.
- Si une ou plusieurs tensions sont absentes ou incorrectes, on recherchera à l'oscilloscope s'il y a présence de signaux AU SECONDAIRE du transformateur de l'alimentation, indiquant qu'*a priori* les circuits primaires fonctionnent.
- Si c'est le cas, recherchez la panne dans les circuits secondaires.
- Si lune tension est bruitée, vérifiez les condensateurs de filtrage au secondaire.
- Si aucun signal n'est détecté au secondaire du transformateur, examinez les circuits du primaire. **Mais dans ce cas, un transformateur d'isolement est indispensable.**

Quelques recommandations

1. Le bruit admissible sur une alimentation varie selon la tension délivrée. On admettra moins de 200 millivolts crête à crête pour une alimentation de 5 V ou moins et moins de 500 millivolts crête à crête pour les valeurs supérieures.

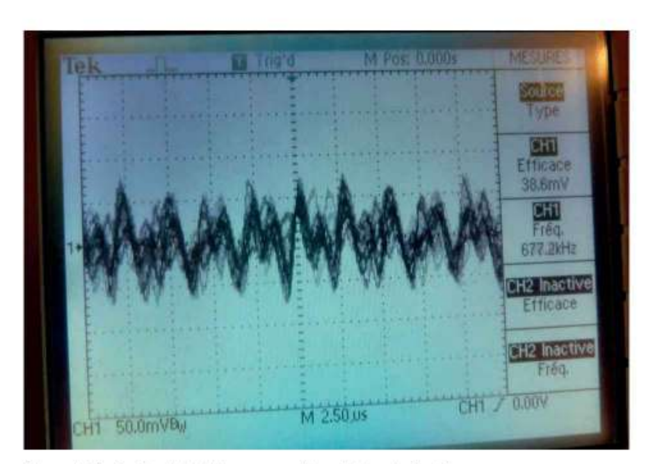


Figure 4-15. **Bruit admissible sur une alimentation de 5 volts**

2. Pour simuler le signal Power on, celui-ci est *a priori* à 0 V en mode arrêt et à plus de 2 V en position marche. Il faut utiliser une résistance de 1 à 2 kΩ qu'on reliera à la tension de veille (+3,3 V ou +5 V en général). L'utilisation d'un interrupteur permettra de basculer rapidement d'un état à l'autre.

3. Les signaux présents au secondaire du transformateur pourront être très déformés, avec présence d'oscillations, cela est normal. Leur fréquence sera de plusieurs dizaines de kilohertz et leur amplitude pourra être faible s'il y a court-circuit dans les circuits secondaires, sinon, la tension de pic sera de l'ordre de la tension continue délivrée. L'essentiel est de trouver une tension à fréquence élevée preuve que le transformateur reçoit des signaux de la part du circuit primaire.

4. Il est préférable de faire la vérification des tensions en charge afin de s'assurer que l'alimentation est capable de générer assez de puissance pour assurer le fonctionnement du téléviseur. Voir à ce sujet le chapitre 8 consacré aux alimentations.

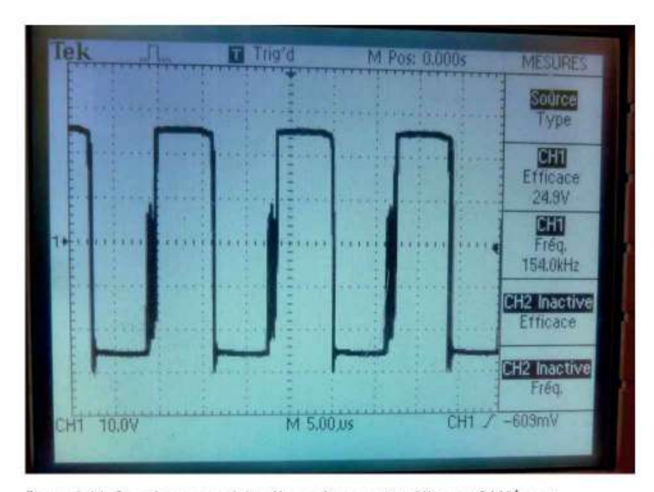


Figure 4-16. **Signal au secondaire d'une alimentation délivrant 24 V (avant redressement et filtrage)**

Les pannes les plus fréquemment rencontrées sont dues à la défectuosité des condensateurs électrochimiques de filtrage des tensions d'alimentation. On constate souvent que certains de ces condensateurs sont « gonflés », ce qui est un signe certain de leur défectuosité mais l'absence de défaut visuel ne signifie pas pour autant leur bon état.



Figure 4-17. **Condensateur gonflé à gauche, normal à droite**

VÉRIFICATION ET DÉPANNAGE DES CIRCUITS INVERTER

Description des circuits « inverter »

Il est assez rare de trouver les schémas des cartes inverter lorsque celles-ci sont séparées de la carte alimentation mais, leur constitution étant assez simple, leur dépannage reste possible dans la plupart des cas. Si les circuits d'alimentation du rétroéclairage sont intégrés dans la carte d'alimentation de l'appareil, les règles de dépannage restent les mêmes et leurs schémas sont plus souvent disponibles dans les manuels de maintenance.

Nous allons dans un premier temps déterminer quelle partie constitutive du rétroéclairage du téléviseur est défaillante. Il pourra s'agir de l'inverter lui-même mais aussi des circuits fournissant la tension nécessaire à son fonctionnement ou bien d'un problème lié à une défectuosité des tubes néon ou des LED fournissant l'énergie lumineuse de la dalle.

Le schéma fonctionnel simplifié des circuits d'un rétroéclairage est celui illustré par la figure 4-18.

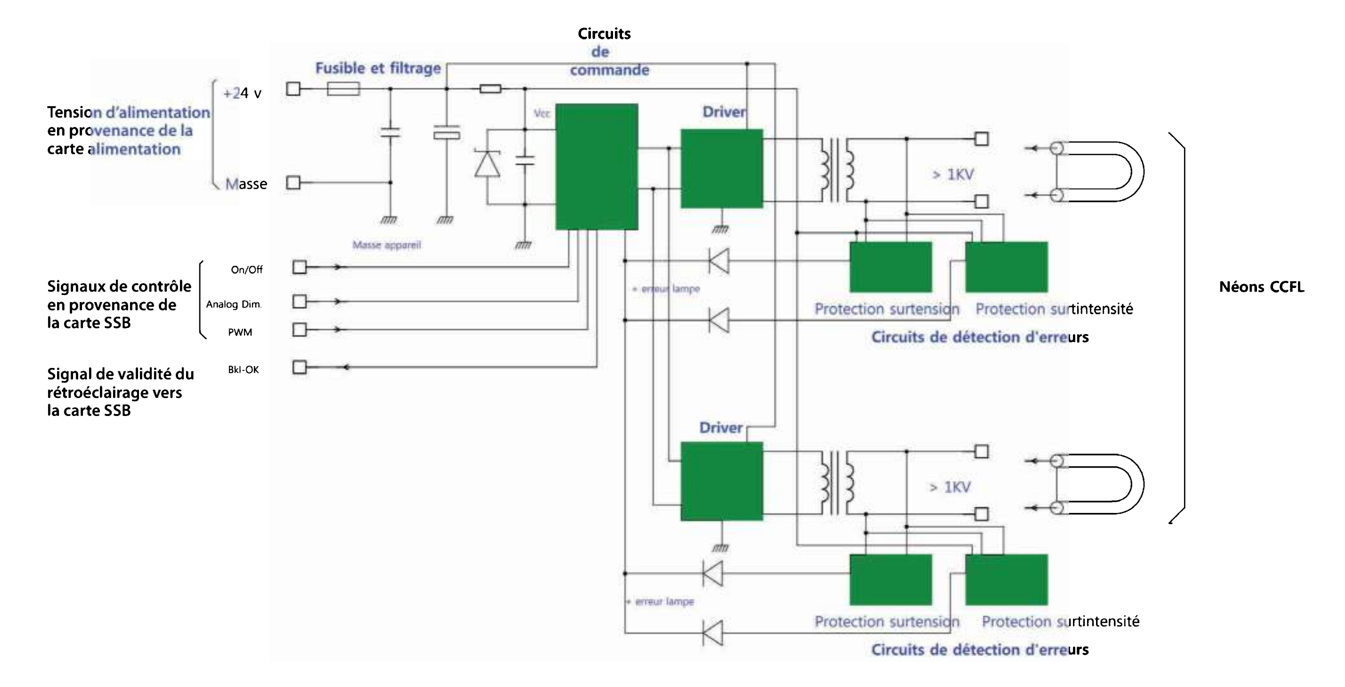


Figure 4-18. Synoptique d'un inverter séparé des circuits d'alimentation

Un inverter séparé d'une alimentation peut être décomposé ainsi.

Protection d'entrée et filtrage

L'alimentation (12 ou 24 V en général) est délivrée par la carte d'alimentation ou la carte SSB si l'alimentation est externe.

Elle est protégée par un fusible puis filtrée avant d'être utilisée par les circuits de contrôle et les circuits « driver » qui délivrent la puissance aux transformateurs.

Circuits de contrôle

Ils assurent le contrôle global de l'alimentation du rétroéclairage en générant des signaux rectangulaires de fréquence et rapport cyclique adéquats. Ces signaux sont fournis en entrée des circuits driver (en général des transistors MOSFET de puissance) qui eux-mêmes fournissent ces signaux aux transformateurs élévateurs de tension alimentant les tubes néon (CCFL).

- Ils reçoivent la commande d'allumage du rétroéclairage (On/Off)
- Ils reçoivent la commande de luminosité dite analogique permettant un réglage fixe de la luminosité selon une tension continue de quelques V (quelquefois appelée A-DIM)
- Ils reçoivent le signal de commande dynamique de luminosité qui est un signal rectangulaire de quelques volts dont le rapport cyclique varie selon la luminosité souhaitée. Ce signal permet de moduler dynamiquement la luminosité du rétroéclairage selon le contenu de l'image augmentant ainsi artificiellement le contraste de l'image (contraste dynamique). Ce signal est parfois appelé B-Dim ou PWM).

- Ils reçoivent également les signaux de validité ou d'erreurs détectés par les circuits de protection et mettent le cas échéant l'inverter en sécurité afin d'éviter tout risque d'incendie et protéger les transistors de puissance alimentant les transformateurs de sortie.
- Ils génèrent à la carte SSB un signal de validité du retroéclairage. Ce signal pourra permettre à la carte SSB de détecter et indiquer une erreur de rétroéclairage. Ce signal n'est pas présent dans tous les appareils.

Circuits de protection

Tous n'existent pas dans tous les appareils. Ils détectent les erreurs suivantes :

- surtension ;
- absence de lampe ou lampe cassée ;
- surintensité indiquant une lampe défectueuse ou un défaut des circuits de contrôle ;
- déséquilibre dans le cas de tubes isolés de la masse permettant de détecter une fuite (arc ou carbonisation d'un isolant).

Il faut cependant savoir que les lampes CCFL nécessitent une tension alternative de démarrage plus importante que la tension de maintien. Cette particularité est gérée par le circuit de contrôle de l'inverter. Dans les téléviseurs modernes, le contraste dynamique est géré par la carte SSB qui envoie des signaux de modulation du rétroéclairage afin de diminuer l'illumination de l'écran comportant des images sombres et, à l'inverse, de renforcer la luminosité des images claires. Ceci permet une augmentation apparente du contraste entre les images sombres et les images claires.

Cas des inverters intégrés à la carte alimentation

Ils diffèrent peu dans leur principe des inverters séparés. Ils sont alimentés soit par une tension continue relativement faible (12 ou 24 V) délivrée par les circuits secondaires de l'alimentation, soit directement par la tension continue primaire (160 à 400 V). Mais dans ce cas, comme dans les alimentations, il sera nécessaire de considérer les circuits primaires (HOT) reliés au secteur électrique et les circuits secondaires (COLD) reliés à la masse de l'appareil.

Dans le premier cas, on est dans une situation comparable à celle d'un inverter séparé, en fait il est simplement regroupé avec les autres circuits d'alimentation. Dans le second cas, la conversion se fera en plusieurs étapes selon le synoptique page suivante.

On voit que dans ce type de configuration, les circuits de contrôle et de détection de fautes sont situés dans la partie « COLD » de l'appareil tandis que l'amplification de puissance faisant appel à la tension primaire est situé dans la partie « HOT ».

Dans cette configuration, il peut être généré autant de tensions qu'il y a de tubes CCFL (petits écrans) ou une seule ou deux tensions qui aboutissent à une carte dite « Balancer » qui répartit ainsi la ou les tensions générées vers les différents tubes CCFL (grands écrans). La carte Balancer comporte aussi les circuits de détection de fautes de rétroéclairage.

Notez que les lampes néon CCFL sont toujours connectées de manière symétrique, isolées de la masse de l'appareil soit pour chaque lampe, soit par association de deux lampes en série.

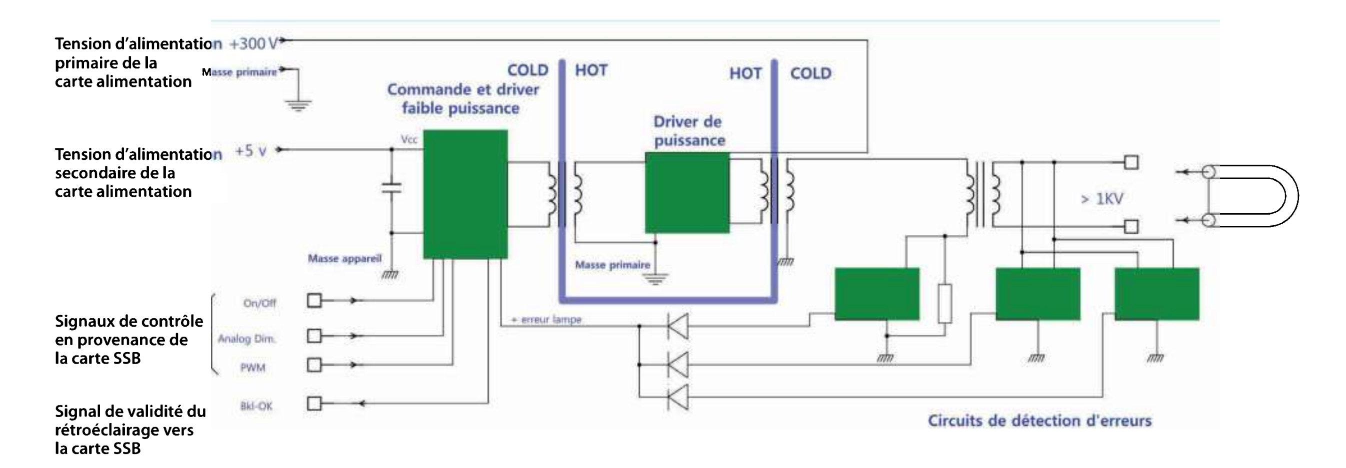


Figure 4-19. Synoptique d'un inverter dans carte alimentation

Les lampes utilisées pour éclairer le dos des écrans LCD les moins récents sont des tubes néon alimentés par des tensions assez élevées (> 1 000 volts) et dangereuses. Les écrans les plus récents utilisent des LED dont les tensions sont moins élevées. Néanmoins, les lampes LED pouvant être connectées en série, des tensions importantes peuvent aussi être générées par leurs circuits d'alimentation. Dans tous les cas, il faut se rappeler que les puissances mises en jeu sont importantes.

Circuits de puissance alimentant les transformateurs

Ces circuits reçoivent le ou les signaux rectangulaires modulés en largeur, issus des circuits de contrôle, et les délivrent à plus forte puissance aux transformateurs de sortie. Il existe plusieurs types de circuits « driver », tous équipés de transistors MOSFET de puissance ; les montages sont en général de type « push-pull », utilisant de transistors identiques (N ou P-Channel) ou complémentaires (N et P-Channel).

Il peut y avoir un seul étage de puissance et les transformateurs sont montés en parallèle ou en série du côté primaire. Il peut aussi y avoir plusieurs circuits de puissance alimentant un ou plusieurs transformateurs, chacun des circuits recevant alors, en parallèle, les signaux en provenance des circuits de contrôle. La diversité des circuits de commande et la diversité des étages amplificateurs de sortie rendent impossible une description exhaustive des schémas qu'on peut rencontrer. Certains sont très simples, d'autres plus sophistiqués ; leur principe restant les mêmes, leur dépannage est en général toujours possible.

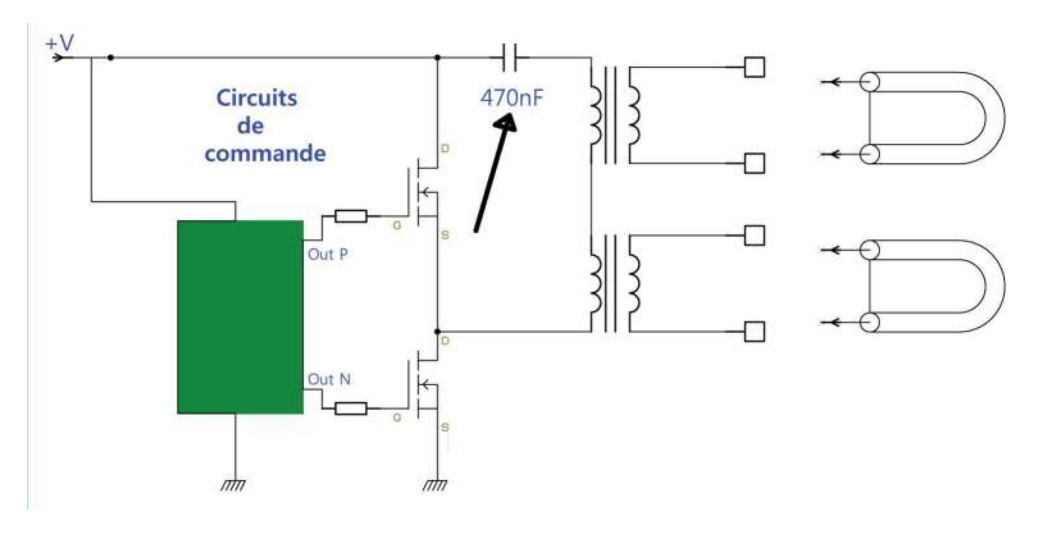


Figure 4-20. Étage de sortie d'inverter montage push-pull avec condensateur de liaison

Défaillances du condensateur de liaison

Afin de protéger les transistors de sortie en cas d'anomalie des circuits de contrôle qui ne délivreraient plus les impulsions, les transformateurs sont en général connectés au travers d'un condensateur (quelques centaines de nanofarads à plusieurs microfarads selon la tension utilisée). Ils ont de plus une tension d'isolement importante. Ce condensateur bloque la composante continue protégeant le ou les transistors de sortie d'un débit permanent éventuel. Véhiculant une tension parfois élevée, ainsi qu'une forte puissance à une fréquence de plusieurs dizaines de kilohertz, ces condensateurs subissent un stress électrique important. De ce fait, ils sont souvent l'objet de défaillances, leur capacité diminuant dans le temps rendant l'inverter inopérant ou incapable de fournir la puissance attendue.

Circuits de protection du rétroéclairage

Les circuits de protection ou de détection de fautes au niveau des inverters sont très importants à la fois pour leur rôle en matière de sécurité mais aussi parce qu'ils sont souvent à l'origine des défaillances de fonctionnement du rétroéclairage. Non pas parce qu'ils sont en eux-mêmes défaillants mais parce qu'ils mettent en évidence une autre défaillance et font commuter le téléviseur en mode sécurité. C'est la raison de la génération d'un signal d'erreur qui devra être recherchée. Ils sont toujours situés dans la partie « COLD » de l'appareil. On trouvera ci-après quelques exemples de circuits de détection de fautes des circuits de rétroéclairage de type CCFL. Il en existe de nombreuses variantes mais la logique reste la même.

- Le circuit lampe est ouvert provoquant soit l'absence de courant de sortie (ou tension non délivrée) ou la présence d'une surtension en sortie. Ce peut être en raison d'une connexion absente ou défectueuse vers une lampe, la défectuosité d'une lampe ou sa casse.
  Dans l'exemple ci-contre en haut, une résistance en série avec le primaire de chaque transformateur de sortie (R1 et R2) détecte le courant dont le seuil est fixé par le pont des résistances R3/R4. Un amplificateur opérationnel amplifie le signal correspondant à chaque transformateur. Une

erreur est générée si le courant ainsi détecté est inférieur au seuil prévu. L'ensemble des signaux d'erreurs étant ensuite fourni aux circuits de contrôle pour mise en sécurité de l'inverter.

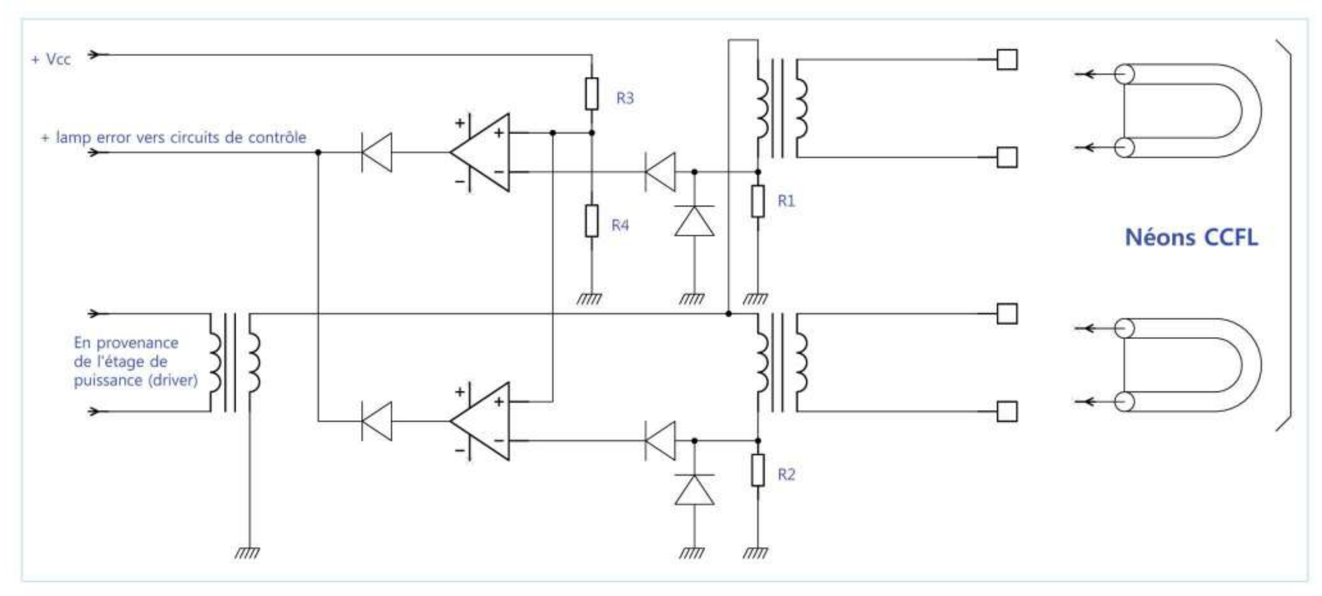


Figure 4-21. Protection lampe ouverte ou absence de tension par détection de courant de sortie trop faible

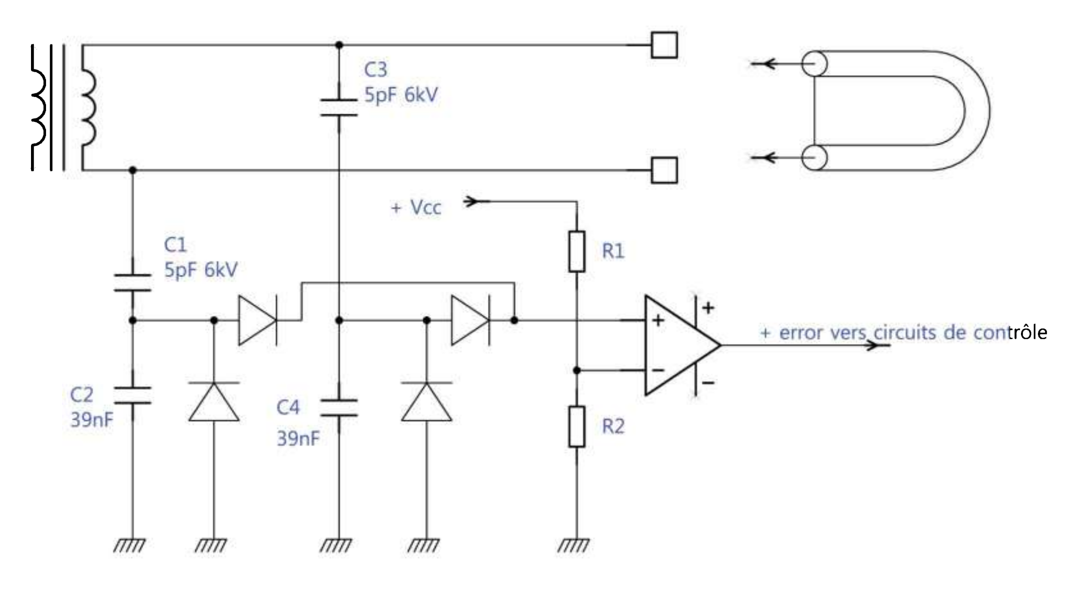


Figure 4-22. Protection surintensité, fuites de tension et déséquilibre des lampes

- Surintensité ou déséquilibre de l'alimentation symétrique des lampes (pouvant signifier la présence d'une fuite vers la masse de l'appareil).
  Dans le circuit 4-22 page précédente, chaque connexion de lampe est ramenée à la masse de l'appareil par un pont capacitif (C1/C2 – C3/C4) délivrant ainsi une tension faible proportionnelle à l'intensité traversant les lampes. Cette tension est redressée puis envoyée à un amplificateur opérationnel pour comparaison avec un seuil déterminé par le pont de résistances R1/R2. Si la tension est supérieure à ce seuil, indiquant une surintensité, un signal positif d'erreur est généré par l'amplificateur et envoyé aux circuits de contrôle pour mise en sécurité du rétroéclairage.



Cette protection est particulièrement importante en cas de fuites de tension provoquées par un arc électrique au niveau des connexions des tubes CCFL, évitant ainsi une carbonisation des isolants risquant de provoquer une flamme.

Cas des inverters pour rétroéclairage à LED

Dans le principe (et cela suffit aux connaissances d'un dépanneur), ils ont des fonctions identiques aux inverters destinés aux lampes néon CCFL, c'est-à-dire allumage, modulation de la lumière (contraste dynamique) et détection de fautes.

Fusible
+ V
Groupe 1
Groupe 2
Groupe n
Signaux de contrôle en provenance de la carte SSB
On/Off
Contrôles du contraste
Signal de validité du rétroéclairage vers la carte SSB
Contrôle régulation modulation

Figure 4-23. Synoptique des circuits de rétroéclairage LED

Un inverter LED est différent d'un inverter pour tubes CCFL. Un inverter CCFL doit délivrer une forte tension alternative sous un fiable courant, un inverter pour LED doit délivrer une plus faible tension continue sous un courant plus important. Les inverter pour LED délivrent donc des tensions

inférieures à celles nécessaires pour les tubes néon. Les diodes, placées sur le pourtour de l'écran ou derrière sa surface visible sont constituées de plusieurs groupes de diodes connectées en série, chacune nécessitant environ 4 V ; la configuration indiquera facilement l'ordre de grandeur de la tension délivrée par l'inverter.

Pour ce faire, les circuits destinés à l'allumage des rétroéclairages à LED sont constitués de convertisseurs de tensions continues élévateurs, les LED sont alimentés avec un courant modulé sous contrôle du circuit géant le contraste dynamique.

Mettant en jeu des circuits moins sophistiqués, ils sont moins sujets à pannes et plus faciles à réparer.

Diagnostic des pannes de rétroéclairage

Il est souhaitable que, lors de la recherche de panne d'un inverter, celui-ci soit connecté à TOUTES ses lampes. En effet, dans le cas contraire, deux effets se produiront :

- mise en sécurité par détection de l'absence de lampe rendant difficile le dépannage ;
- risque de provoquer des surtensions pouvant créer des arcs à l'intérieur des transformateurs de sortie (cas du rétroéclairage par CCFL).

Pour des raisons de sécurité et afin d'éviter la création d'arcs électriques avec le châssis des appareils, les inverter sont le plus souvent réalisés sur des circuits imprimés à une seule face (côté composants) apparente lors du montage de la carte dans l'appareil. Ceci rend le diagnostic des pannes plus facile, l'ensemble des circuits étant apparent. Il faudra bien entendu ne pas remonter le blindage métallique qui recouvre les inverter séparés des alimentations.

En l'absence de rétroéclairage, Il faut tout d'abord vérifier la présence et la stabilité de la tension d'alimentation de l'inverter (12 ou 24 V continus en général) qui est fournie par la carte d'alimentation générale. On vérifiera ensuite si la tension de commande en provenance de la carte principale (circuits de contrôle) est bien présente. Si le signal de commande de l'éclairage n'est pas présent, il n'y aura pas allumage des lampes bien que la carte inverter soit en état de fonctionner. Il se pourra également que le signal de commande apparaisse un bref instant puis disparaisse, cela se produisant lorsque l'inverter envoie un signal d'erreur à la carte SSB qui coupe aussitôt le rétroéclairage par sécurité. Il est facile alors de simuler la mise en fonction de l'éclairage en générant la tension de commande qui est en général positive (prévoir de relier cette connexion au travers d'une résistance de 1 à 2 kΩ à la tension de veille de l'alimentation principale après l'avoir isolée de toute autre liaison avec la carte SSB).

Si l'éclairage fonctionne, même un bref instant, les circuits sont donc opérationnels ou peu s'en faut. En effet, les cartes inverter possèdent en général des circuits de détection de fautes qui agissent soit sur les éléments de contrôle de la carte principale, soit sur les circuits de l'inverter, souvent sur les deux. Dans ce dernier cas, l'inverter allumera les lampes un bref instant avant de les éteindre par mise en sécurité. Si ces circuits agissent sur les circuits de contrôle de la carte principale, celle-ci commutera les alimentations (principale et rétroéclairage) en sécurité en coupant les signaux de mise sous tension, empêchant ainsi tout fonctionnement.

Les circuits de détection d'anomalie sont capables de détecter soit les lampes défectueuses par détection d'une tension anormalement élevée à leurs bornes ou d'une intensité consommée trop faible, soit le mauvais fonctionnement des circuits de l'inverter (tensions trop faibles ou absentes).

Dans tous les cas, il faudra s'assurer qu'aucune anomalie n'est détectée par les circuits de protection avant de continuer le dépannage.



Les circuits de sécurité protègent les appareils contre les risques d'incendie et protègent les circuits d'alimentation. Ils ne doivent jamais être neutralisés de façon prolongée !

Si la simulation de la tension de commande ne provoque pas l'allumage même très bref des lampes, il faut chercher la panne dans les circuits d'alimentation qui sont très voisins dans leur conception des circuits des alimentations à découpage. On procédera comme suit pour déterminer les raisons de la panne.

1 Relier l'inverter à ses lampes.

2 Appliquer la tension d'alimentation de l'inverter.

3 Simuler la présence du signal de commande en reliant ce dernier au travers d'une résistance d'environ 1 kΩ à une tension continue de 5 V. **Cette opération doit être réalisée après avoir isolé ce signal de la carte SSB pour éviter que celle-ci n'impose son signal et ne pas risquer de détruire son circuit de commande en le forçant à un potentiel haut.**

4 On pourra également relier l'entrée de contrôle de la luminosité (A-Dim ou Analog-Dim) de la même manière. En effet, un potentiel de 0 volt sur cette entrée risque de laisser éteint le rétro-éclairage. **Cette opération doit être effectuée après avoir isolé ce signal de la carte SSB.**

5 Vérifier la présence de la tension d'alimentation de l'inverter dans les circuits de commande (primaire). Notamment après le fusible protégeant cette tension. Si le fusible est grillé, on cherchera un éventuel court-circuit dans les circuits avant de tenter de le remplacer. Il arrive parfois que le fusible se coupe, il s'agit en général de fusibles de type CMS très petits mais devant protéger une tension sous plusieurs ampères et donc fragiles.

6 Vérifier le fonctionnement du circuit de contrôle de l'inverter qui doit délivrer le signal rectangulaire à chaque étage final (MOSFET ou IGBT) relié au transformateur de sortie. On se basera sur les caractéristiques du circuit intégré utilisé pour vérifier la présence des signaux attendus et le fonctionnement correct.

7 Vérifier le signal rectangulaire sur le primaire de chaque transformateur de sortie. Et comparer entre eux ces signaux qui doivent être identiques.

8 Vérifier si un signal d'erreur est présent et en rechercher la cause. On pourra neutraliser temporairement ce signal pour vérifier qu'il est bien la cause du non-fonctionnement avant de rechercher la cause.

9 Si les circuits semblent fonctionner mais qu'il y a déséquilibre entre les différentes branches de sortie de l'inverter, il y aura lieu de rechercher la similarité des transformateurs de sortie. En effet, les enroulements de ces transformateurs sont, pour le primaire, soumis à des courants importants, les enroulements secondaires, à des tensions élevées. Cela augmente leur fragilité et il n'est pas rare de constater certaines défectuosités :

- enroulements partiellement en court-circuit provoquant une surchauffe et une perte de rendement du transformateur ;
- coupure d'un enroulement ;
- défaut d'isolement entre primaire et secondaire.

Attention aux vérifications à l'oscilloscope

Si on souhaite vérifier les tensions présentes au primaire des transformateurs, cela se fera sans problème pour les circuits alimentés en 24 V maximum, ce qui est le cas des inverters séparés des alimentations. Si on doit vérifier les transformateurs dont les transistors MOSFET de puissance sont alimentés par la tension primaire d'une alimentation (160 à 400 volts), on devra s'assurer de la capacité de l'oscilloscope et de sa sonde à supporter une tension au moins égale à une fois et demie la tension d'alimentation en raison des pics générés par les enroulements.

Les vérifications à l'oscilloscope ne doivent se faire que côté primaire des transformateurs de sortie. Ne jamais vérifier à l'aide d'un oscilloscope les sorties de ces transformateurs alimentant les tubes CCFL. L'oscilloscope ne résisterait pas à la haute tension délivrée, même au travers d'une sonde normale. On pourra utiliser un tournevis à manche isolant qu'on approchera de chaque borne de sortie vers les tubes CCFL. Ceci, sans danger pour le dépanneur, devrait provoquer un petit arc électrique visible démontrant la présence de la haute tension. Cela ne signifiera pas que la tension délivrée est correcte mais donnera une indication. En comparant les différentes sorties qui doivent être identiques (longueur de l'arc), on pourra éventuellement localiser une défaillance.

Il est donc important de mesurer chaque enroulement à l'aide d'un ohmmètre et de comparer les valeurs mesurées entre les différents transformateurs afin de déterminer si l'un d'entre eux est défaillant. Les circuits primaires auront une résistance de quelques ohms, les circuits secondaires de l'ordre du kΩ.

Recommandations

- Il est possible de vérifier le fonctionnement d'une carte inverter déconnectée du téléviseur en reliant ses sorties « haute tension » à des lampes fluorescentes courantes. Cela aura pour avantage de vérifier la présence de la haute tension en évitant de faire fonctionner l'inverter à vide, ce qui pourrait détruire les transformateurs de sortie (provoquant des courts-circuits entre spires sur secondaire en raison des surtensions).
- On choisira des lampes de faible diamètre et de longueur proche de celle des lampes du téléviseur (largeur de l'écran). Ceci n'est pas parfait et notamment pourra tout de même engendrer des détections d'erreurs dues aux lampes si celles-ci sont mal adaptées.
- Les filaments ne doivent pas être alimentés, on reliera un fil à chaque extrémité du tube fluorescent.

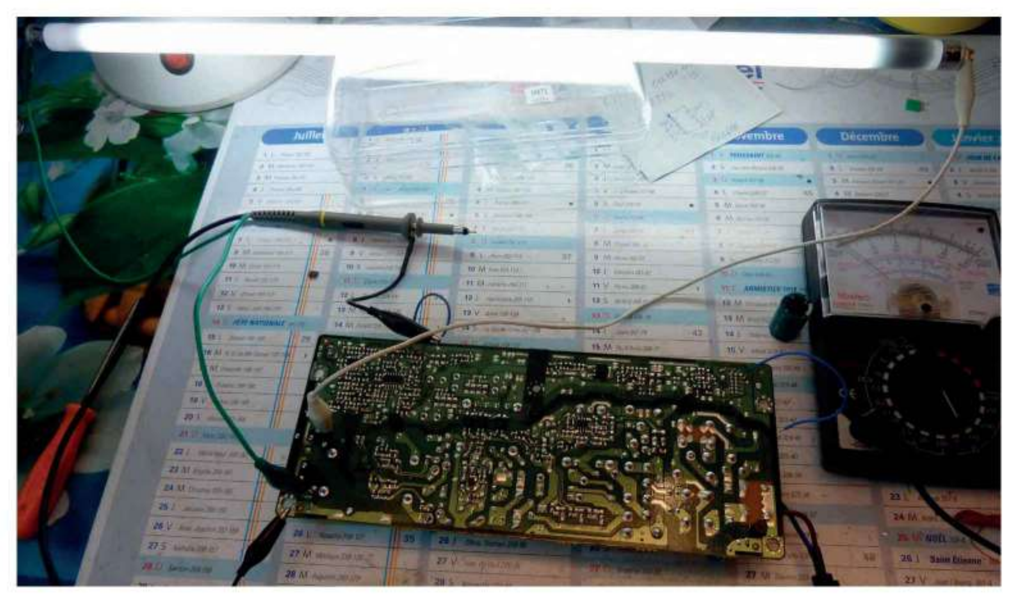


Figure 4-24. Test d'une carte inverter à l'aide d'un tube fluorescent

Recherche de l'origine d'un signal de faute

Un signal de faute s'il est détecté peut avoir une cause réelle et valide, ou être indûment généré en raison de la défectuosité des circuits de détection. Dans tous les cas, on commencera par identifier la branche dans laquelle l'erreur est détectée *via* :

- l'examen de l'éclairage de chaque branche (utilisez un fond uni sur le téléviseur et appréciez l'éventuelle zone d'ombre) ;
- l'utilisation du test du tournevis (présence d'un arc électrique selon méthode décrite dans l'encadré « Attention aux vérifications à l'oscilloscope » page précédente) ;
- l'examen des signaux d'erreurs de chaque branche.

L'étape suivante sera celle de l'isolation puis neutralisation du signal d'erreur de cette branche pour vérifier le fonctionnement du reste des lampes. Pour cela on débranchera une diode ou on coupera temporairement une piste de circuit imprimé avant de reconnecter le tout bien entendu.

On s'attachera alors à vérifier si cette faute est légitime :

- en inversant par exemple les connexions de deux lampes (possible uniquement et avec précaution pour les connexions par câble souple/connecteur) ;
- en recherchant une éventuelle fuite ohmique des lampes vers la masse de l'appareil ;
- en vérifiant les composants constituant le circuit de détection.

Le diagnostic des pannes du rétroéclairage d'un téléviseur LCD n'est jamais très complexe mais parfois rendu difficile par l'absence de schéma ou de feuilles de caractéristiques des composants utilisés. Soyez persévérant, méthodique et prudent, en raison des tensions élevées présentes. Rappelez-vous que les circuits de rétroéclairage sont les plus consommateurs en énergie d'un téléviseur, ils sont donc souvent l'objet de pannes. Dans tous les cas, la qualité du diagnostic est primordiale afin d'éviter d'acheter des éléments coûteux inutilement (lampes CCFL ou cartes inverter non réparables) ou de jeter un appareil réparable.

Leur dépannage est parfois rendu difficile par la difficulté de se procurer les composants les constituant, en particulier les transformateurs **qui ne sont pas interchangeables** d'un inverter à l'autre et dont on devra assurer un strict remplacement par leur équivalent. Les transistors MOSFET de puissance pourront être remplacés par d'autres mais à condition de bien respecter leurs caractéristiques notamment en ce qui concerne la tension de fonctionnement, la puissance admissible ou l'intensité maximale délivrée mais aussi la résistance interne en mode saturation pour éviter les pertes de rendement et échauffements inutiles et dangereux. Si la panne provient des lampes CCFL, ce sujet est traité plus loin, la réparation sera possible bien qu'il soit difficile de trouver les lampes, mais leur substitution n'est pas très difficile, leurs caractéristiques n'étant pas très critiques.

VÉRIFICATION ET DÉPANNAGE D'UNE CARTE PRINCIPALE

Toutes les pannes ne sont pas réparables sur une carte principale (carte SSB), notamment s'il s'agit des circuits de contrôle ou de décodage vidéo et son qui mettent en œuvre des composants complexes souvent peu documentés, non remplaçables (de type BGA) ou introuvables et utilisant des logiciels rarement divulgués et souvent sous copyright.

Il existe en revanche de nombreuses pannes identifiables et réparables au niveau composant évitant le remplacement toujours coûteux et parfois incertain d'une carte SSB.

En particulier, si le diagnostic révèle que le téléviseur fonctionne avec certaines sources d'entrée (Péritel et/ou HDMI et/ou S-vidéo et/ou Composite et/ou PC, etc.), on devra tout de suite s'orienter vers une vérification des circuits d'entrée et de commutation des différentes entrées. Un tel diagnostic indique en effet que les circuits majeurs du téléviseur sont en état de fonctionnement et c'est donc en amont qu'il faut chercher la panne.

On peut diviser une carte SSB en quatre parties :

1 les convertisseurs d'alimentation (DC/DC) générant les différentes tensions internes à la carte à partir des lignes d'alimentation en provenance de la carte alimentation ;

2 les circuits de contrôle qui génèrent les signaux de commande à la fois pour les fonctions internes à la carte SSB, mais aussi vers les cartes d'alimentation et inverter ainsi que vers le clavier de commande, les voyants et le récepteur infrarouge de télécommande ;

3 la chaîne de traitement vidéo qui reçoit soit les signaux en provenance de l'antenne, soit les signaux appliqués aux diverses entrées vidéo du téléviseur (PC-VGA, Péritel, Composite, Composante, S-Vidéo, HDMI) et délivre à la carte T-Con les signaux vidéo destinés à la dalle écran (sortie LVDS). Dans la plupart des appareils, une sortie vidéo destinée aux magnétoscopes est également fournie à un ou plusieurs connecteurs Péritel ;

4 la chaîne de traitement son qui reçoit soit les signaux en provenance de l'antenne, soit les signaux appliqués aux diverses entrées audio du téléviseur (Péritel, entrées son stéréo correspondant aux entrées vidéo, HDMI) et délivre la sortie sonore aux haut-parleurs, à la prise écouteur ainsi que vers les sorties son digitales (optique ou numérique) et analogiques (Péritel, sorties audio stéréo).

Les schémas synoptiques ci-après permettent de se repérer dans les circuits de la carte SSB. Il s'agit de schémas simplifiés typiques d'une carte SSB – une vraie représentation aurait nécessité plusieurs pages très denses aussi, toutes les interactions entre les circuits de contrôle et les circuits vidéo et audio ont été omises, sachez qu'elles existent bien entendu. De même, des circuits de commutation sous contrôle du microprocesseur permettant de choisir entre les différentes entrées peuvent être présents selon les possibilités de l'appareil et de ses circuits processeurs vidéo et audio. Si vous avez

la chance de posséder le manuel de maintenance de l'appareil, un tel synoptique plus complet est en général présent.

Les alimentations internes de la carte ne sont pas représentées, elles peuvent être en faible nombre ou au contraire en nombre important selon la complexité de la carte SSB.

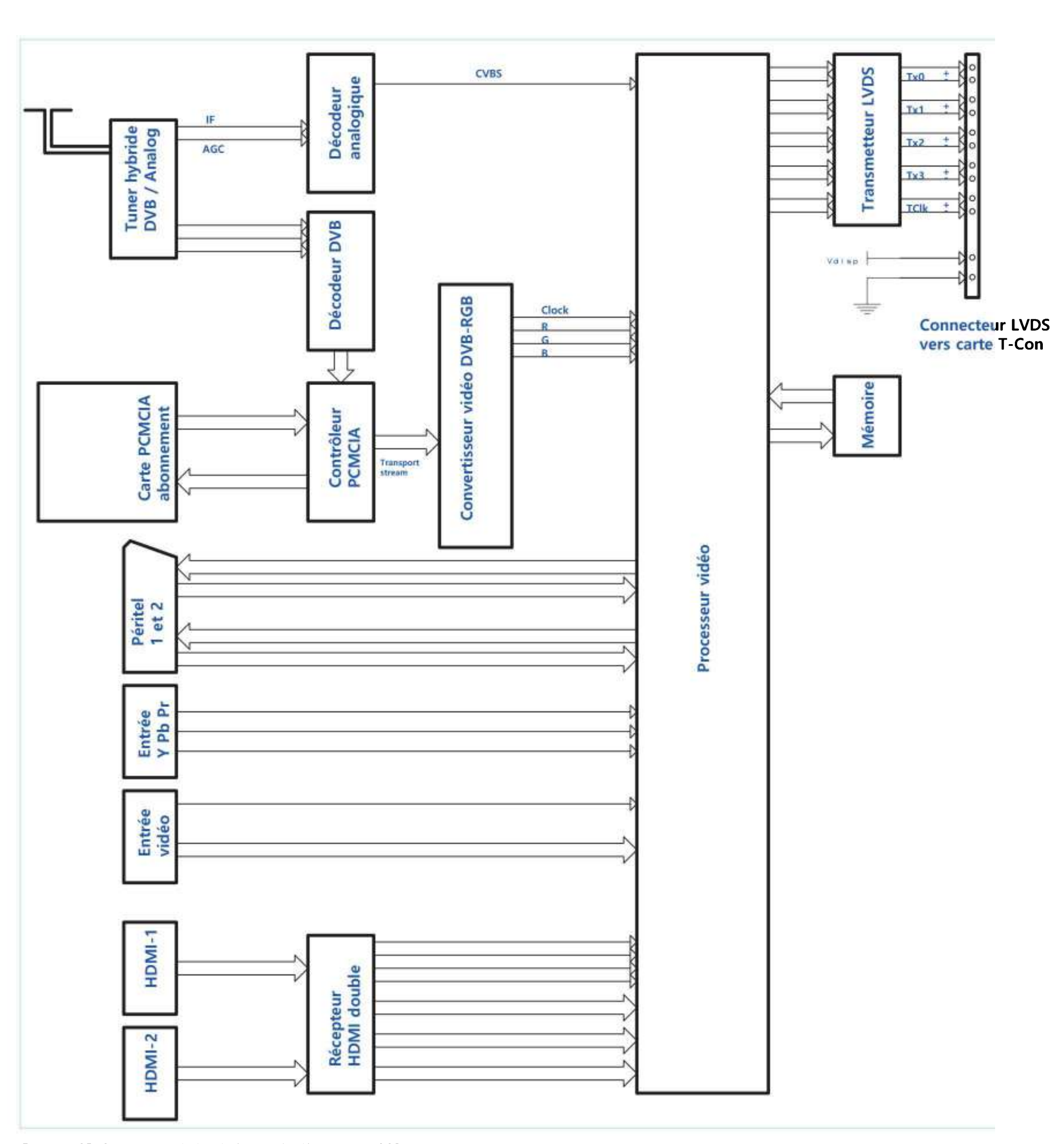


Figure 4-25. **Synoptique de la chaîne vidéo d'une carte SSB**

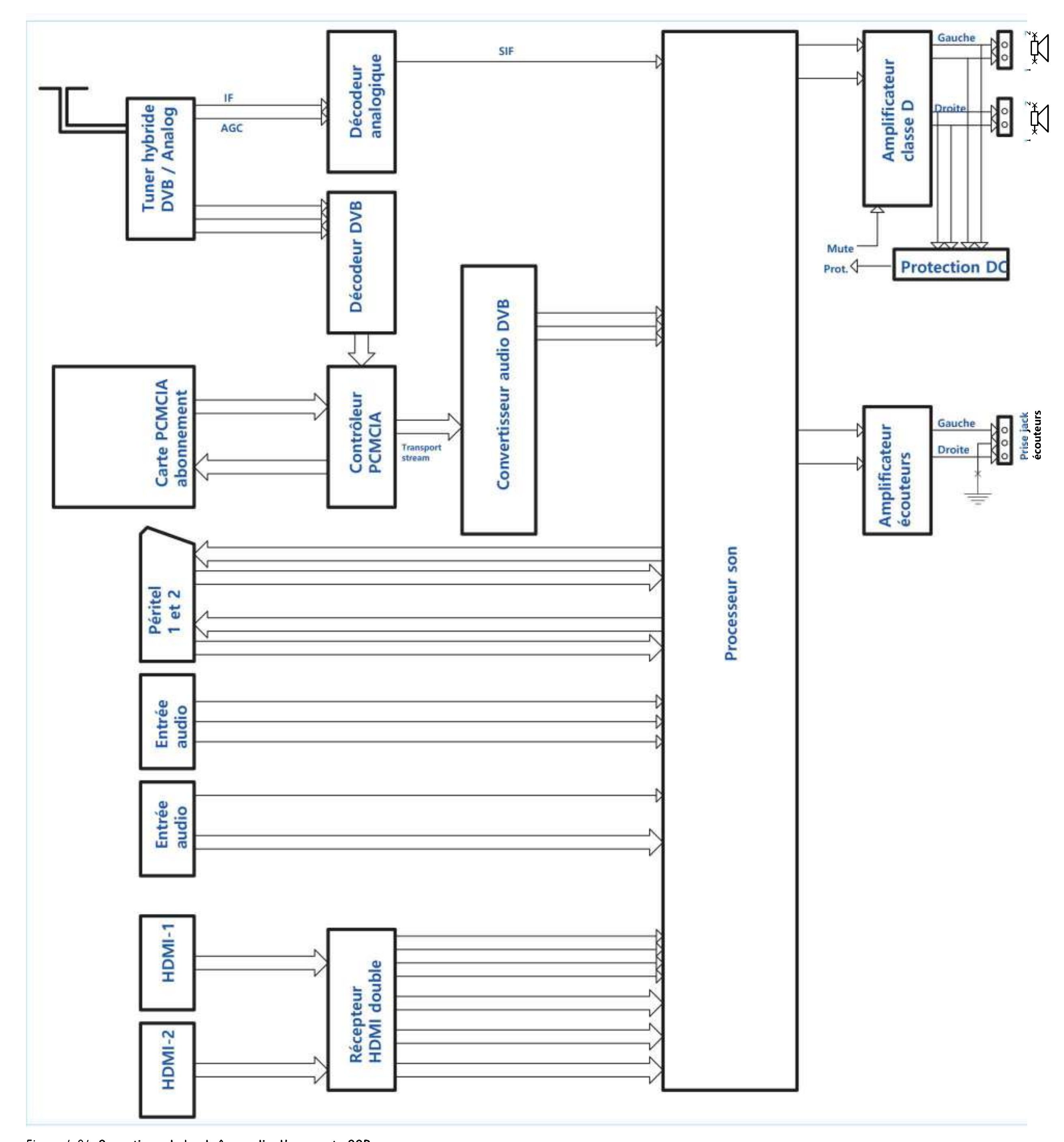


Figure 4-26. **Synoptique de la chaîne audio d'une carte SSB**

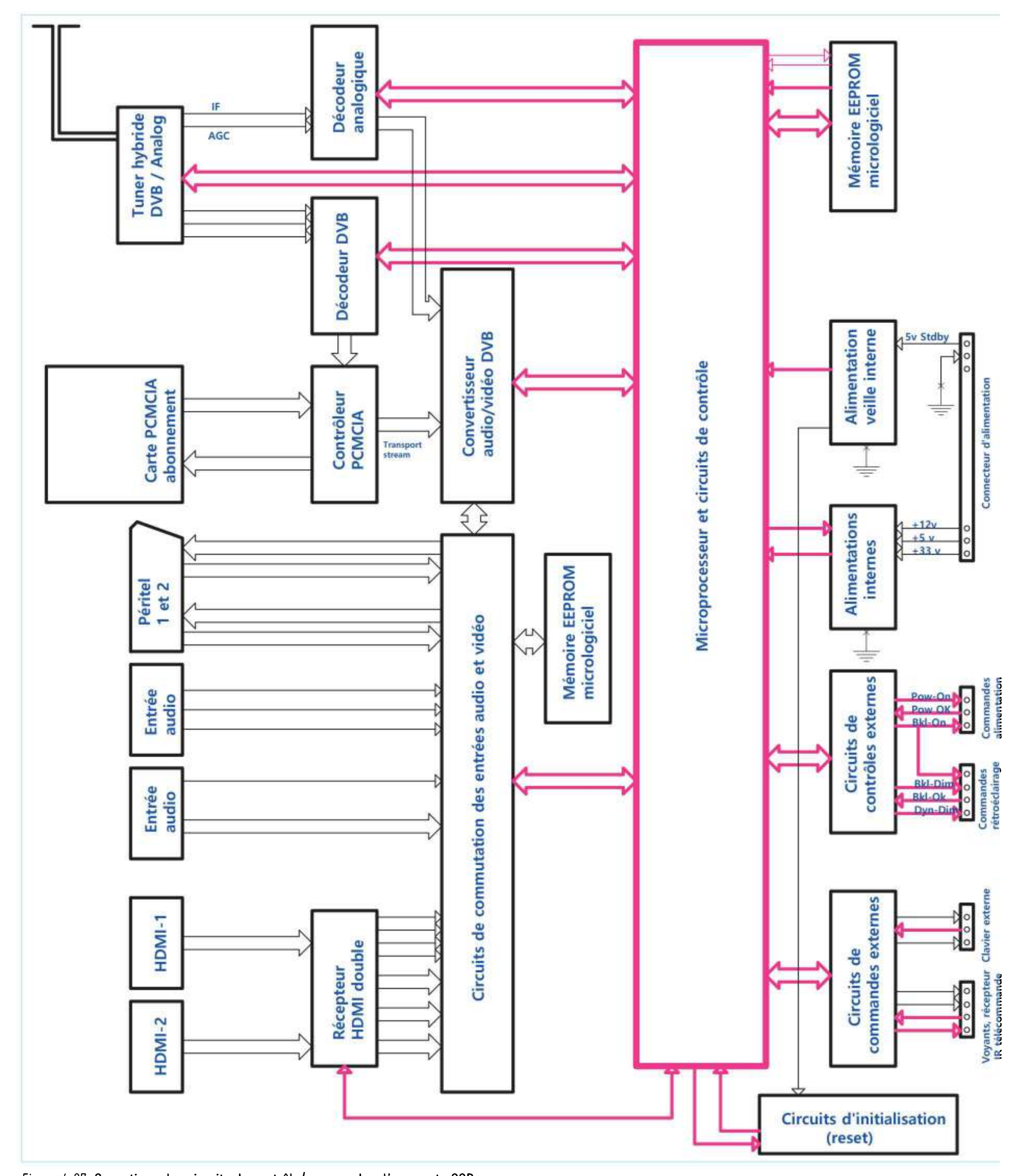


Figure 4-27. Synoptique des circuits de contrôle/commandes d'une carte SSB

Dans la chaîne son, il peut également exister des sorties numériques (coaxiale ou optique) permettant de relier un système home cinéma ainsi que la possibilité de relier des écouteurs.

Vérification des alimentations internes d'une carte principale

Les circuits des cartes SSB nécessitent de nombreuses et diverses tensions pour fonctionner. Les cartes d'alimentation des téléviseurs procurent à la carte SSB les tensions majeures qui leurs sont nécessaires ; en particulier la tension de veille et les tensions de fonctionnement (en général non présentes en mode veille). De ces alimentations, que je qualifie de majeures, sont dérivées des tensions internes variées aboutissant aux circuits assurant les diverses fonctions de la carte et isolant ceux-ci entre eux au niveau alimentation. En cas de doute sur le fonctionnement d'une carte SSB, vérifiez le fonctionnement des circuits générant ces tensions et la validité de ces dernières. Pour cela, il est évident que disposer du schéma de la carte est quasiment indispensable. Toutefois, la recherche des circuits concernés pourra permettre de trouver (avec beaucoup de patience et de persévérance) les circuits générant les tensions internes.

Si on a la chance de disposer du schéma, les circuits générant les tensions sont en général regroupés (sur le schéma) et non disséminés selon les fonctions assurées par la carte. Souvent, les feuilles de schéma regroupant les alimentations internes sont appelées DC-DC. Dans un premier temps, on repérera les éventuels fusibles disposés sur la carte SSB afin de vérifier leur bon état. Dans le cas contraire, un fusible « claquant » rarement de lui-même, on cherchera la cause possible de sa défaillance.

Il existe quatre types de circuits générant les tensions internes.

1 Les simples circuits résistance – diode Zener pour générer des tensions moins élevées que la tension primaire utilisée et de faibles puissances. La diode Zener peut être simple ou programmable comme le circuit TS431.

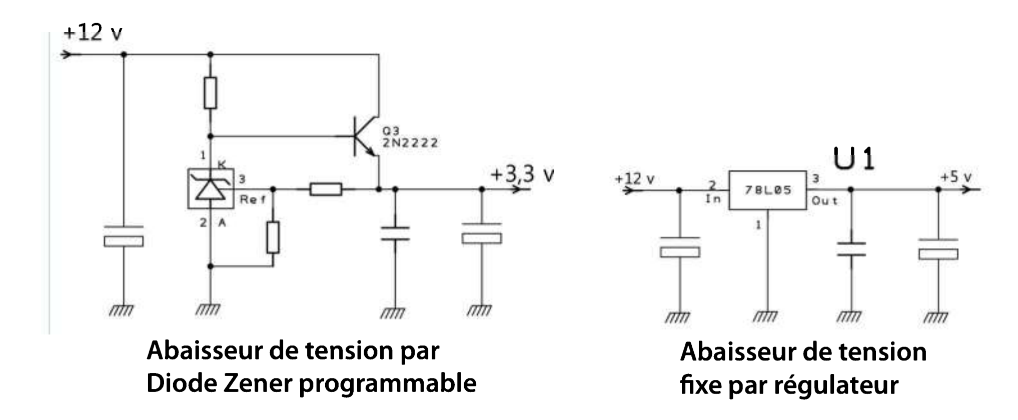


Figure 4-28. Circuits DC/DC abaisseurs simples

2 Les circuits régulateurs abaisseurs de tensions passifs, dont la tension est réglable ou non, comme un circuit de la série 78LXX (non réglable) ou le circuit LM1086 (réglable).

3 Les circuits utilisant un amplificateur opérationnel combiné ou non avec un transistor de puissance en sortie (tensions de précision).

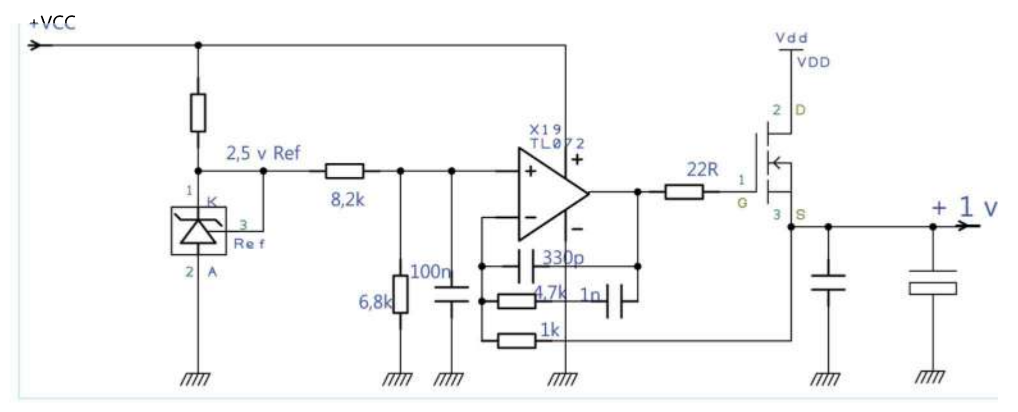


Figure 4-29. **Circuits DC/DC avec amplificateur opérationnel (abaisseur de tension de précision)**

4 Les convertisseurs à découpage qui permettent d'élever ou abaisser les tensions en utilisant des circuits intégrés et des inductances. Ces derniers sont plus difficiles à dépanner.

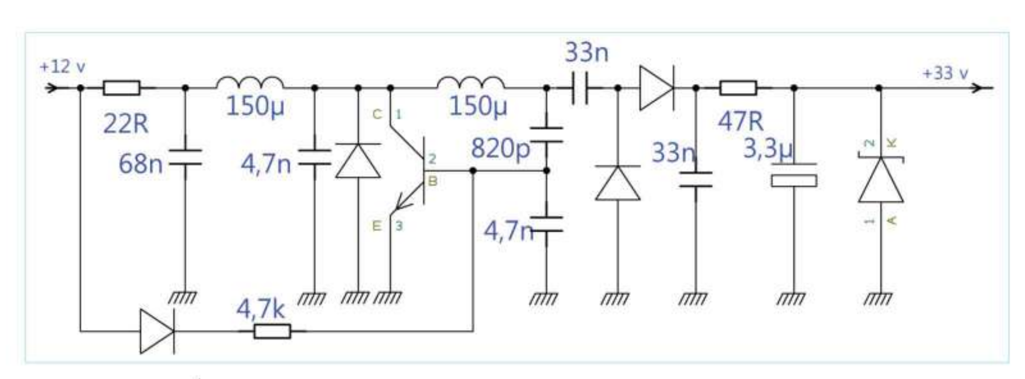


Figure 4-30. **Circuits DC/DC élévateur à découpage utilisant un circuit auto-oscillant**

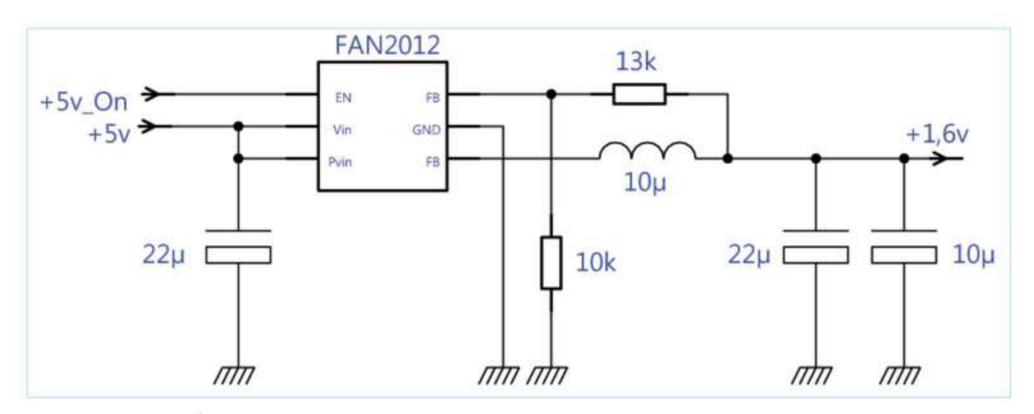


Figure 4-31. **Circuits DC/DC abaisseur à découpage utilisant un circuit FAN2012**

Dans le cas de la génération de lignes d'alimentation de puissance, la tension pourra être fournie par un transistor de puissance commandé par le circuit DC/DC. De même, si la tension doit pouvoir être interrompue et que le circuit générateur de la tension ne comporte pas la possibilité d'être commandé par un signal, le transistor servira alors d'interrupteur.

Il s'agira d'un transistor à jonction ou plus vraisemblablement MOSFET de puissance, qui parfois sera défectueux (coupé) et devra donc être remplacé par un transistor au moins aussi performant en matière de tension et intensité maximales, mais aussi selon sa résistance en mode saturation. C'est fréquemment le cas pour la tension alimentant la dalle écran qui, pour des raisons de confort visuel, est interrompue durant les commutations de chaînes par exemple, l'écran devenant ainsi noir en l'absence de tension.

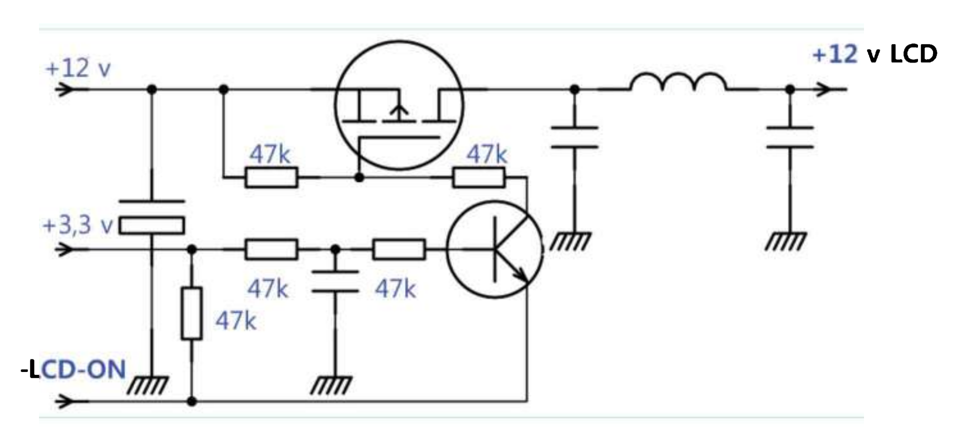


Figure 4-32. Commutation de l'alimentation d'une dalle LCD utilisant un transistor MOSFET P-Channel

Les transistors ainsi utilisés étant des éléments de puissance, on vérifiera donc tous les circuits commutant ou distribuant ainsi les tensions à l'intérieur de la carte SSB. Dans tous les cas, les tensions générées par les circuits DC/DC de la carte SSB sont filtrées par de nombreux condensateurs, la pureté des tensions délivrée est primordiale au bon fonctionnement des divers circuits et microprocesseurs utilisés. Cela est bien entendu la source potentielle de courts-circuits dus à des condensateurs défectueux. Il faudra aussi penser à vérifier la pureté des tensions ainsi générées et leur stabilité.

La diversité des circuits utilisés en la matière est grande, la variété des tensions distribuées est importante, procédez donc par étape pour vérifier ces circuits :

1 les repérer sur le schéma ou la carte afin de TOUS les vérifier ;

2 chercher les feuilles de caractéristiques des circuits intégrés, diodes et transistors utilisés ;

3 vérifier la présence des tensions d'entrée des circuits et leur valeur et, si possible, leur pureté à l'aide de l'oscilloscope ;

4 en cas de tension nulle ou faible, vérifier la présence d'un éventuel court-circuit ou d'une charge résistive anormalement faible ou d'une diode court-circuitée sur la ligne de la tension de sortie ;

5 si une tension est très bruitée (bruit supérieur à 100 mV crête à crête pour une tension de 5 V ou moins), on tentera de connecter en parallèle des condensateurs de filtrage (selon les valeurs rele-

vées sur le schéma). Il s'agira le plus souvent de l'association de condensateurs électrochimiques de 47 à 1 500 µF et de condensateurs de quelques dizaines de nF mis en parallèle.

Rappelons qu'un filtrage efficace met en jeu des condensateurs électrochimiques de fortes valeurs destinés à compenser et filtrer les variations lentes de la tension (quelques dizaines de kHz au maximum) et des condensateurs conventionnels (souvent de type CMS) de quelques dizaines de nF prenant le relais pour les fréquences plus élevées et les harmoniques. Ainsi on trouvera par exemple un condensateur polarisé de 1 500 µF en parallèle avec un condensateur polarisé de 47 µF, en parallèle avec deux ou plusieurs condensateurs de 10 et 100 nF placés très près du circuit protégé pour éviter la dissémination du bruit dans la carte.



Dans toutes les circonstances, si un doute subsiste sur le fonctionnement d'une carte SSB, assurez-vous que l'ensemble des tensions alimentant la partie mise en doute sont bien présentes et correctes avant de poursuivre le diagnostic.

Cas délicat d'une alimentation interne en court-circuit

Lorsqu'une tension interne à la carte est en court-circuit, un simple ohmmètre permettra de vérifier le court-circuit. Il sera en revanche plus difficile de déterminer le composant responsable de ce court-circuit. En effet, les lignes d'alimentation internes à une carte SSB sont présentes un peu partout dans la carte, elles sont munies de nombreux condensateurs (CMS pour la plupart) de découplage (filtrant le bruit), également répartis dans toute la carte. On pourra ainsi en trouver une vingtaine ou plus sur une même tension. De plus, les lignes d'alimentation principales d'une carte sont souvent constituées par des plans de cuivre internes au sandwich formant le circuit imprimé et sont donc inaccessibles.

Dès lors, sachant qu'une des principales causes des pannes se trouve être la mise en court-circuit des condensateurs, comment déterminer le coupable éventuel ?

Bien entendu, on pourra les dessouder un par un pour les vérifier mais avec un peu de pratique, on préférera éviter une telle action étant donné la difficulté du dessoudage et le risque élevé de détruire les condensateurs ou le circuit imprimé. On pourra s'aider de la présence de multiples ponts (petits CMS de résistance nulle) reliant les différentes parties de la ligne d'alimentation en les dessoudant pour isoler une section mais cela ne sera pas toujours suffisant.

Dès lors, si on est en situation de renoncement, c'est-à-dire prêt à sacrifier la carte et la remplacer par une autre, une dernière tentative peut être menée, sachant qu'elle pourra se révéler dangereuse pour la carte mais encore une fois, perdue pour perdue, pourquoi ne pas tenter. Pour essayer de localiser le composant défectueux, on pourra relier la ligne d'alimentation court-circuitée à une alimentation de laboratoire fournissant une tension égale à la tension de la ligne incriminée sous une intensité réglable de plusieurs ampères.

On procédera par tentatives successives, d'abord courtes et sous une intensité faible puis on augmentera le temps de la mise sous tension et l'intensité, toujours en vérifiant la tension sur la ligne à l'oscilloscope par exemple. L'objectif est soit de trouver un composant qui s'échauffe anormalement et qu'on pourra remplacer, soit de le détruire par l'intensité appliquée.

Je dis que cette opération est parfois néfaste pour la carte car les circuits intégrés n'acceptent pas toujours d'être alimentés par une seule de leurs tensions lorsqu'ils utilisent plusieurs tensions d'ali-



mentation (microprocesseurs, par exemple). Le succès de cette manière d'agir n'est donc pas garanti mais cela permettra quelquefois de remédier à une panne. Si, lors de la recherche, un circuit intégré chauffe anormalement, il sera peut-être le coupable, s'il est facilement remplaçable, on pourra toujours tenter de le remplacer. S'il s'agit d'un circuit trop complexe pour être remplacé, on aura confirmation que la carte était bien à remplacer.

Attention aux risques encourus

L'opération décrite ci-dessus ne doit être tentée qu'en dernier ressort en raison des risques qu'elle présente pour les circuits de la carte. Si on peut, on essaiera de le faire en alimentant par ailleurs le reste des alimentations internes de la carte en lui appliquant les tensions issues de la carte alimentation. Toujours agir sans précipitation et par approches successives en augmentant le temps de chaque essai et l'intensité appliquée. Ne jamais appliquer une tension supérieure à la tension nominale normale de la ligne d'alimentation sous contrôle.

Vérification des circuits de contrôle d'une carte principale (SSB)

Les circuits de contrôle d'une carte SSB permettent de gérer l'ensemble des fonctions de l'appareil, à commencer par la gestion de l'état de veille et la mise en marche du téléviseur. Le cœur de ces circuits est un microprocesseur associé à une mémoire qui stocke les paramètres et le programme de contrôle.

Ces circuits sont également en charge de commuter les différents circuits utilisés selon le mode de fonctionnement du téléviseur (TV analogique ou numérique, visualisation des signaux multimédia en provenance d'appareils externes, etc.) mais aussi de la gestion de la mémorisation des chaînes par les circuits de réception, des réglages image et son de l'appareil. Enfin, ils géreront diverses fonctions comme la coupure de son et d'image lors des commutations afin d'améliorer le confort d'utilisation. Il est inutile de penser pouvoir intervenir au niveau du microprocesseur, souvent irremplaçable en raison de sa technologie mais il faut le dire aussi, rarement en cause dans des pannes.

Les mémoires utilisées font parfois défaut et leur remplacement peut être envisagé si leur technologie de soudure le permet et si leur chargement initial peut être assuré. En effet, sans un contenu initial, le microprocesseur ne pourra pas fonctionner. Certaines marques permettent un rechargement initial des valeurs par défaut en intervenant au niveau du « menu service », certaines marques plus restrictives nécessitent l'utilisation d'un outillage de laboratoire qui leur est propre et réservé aux agents agréés de la marque.

En résumé, non seulement le diagnostic des défaillances de ces circuits restera difficile faute de documentation, mais leur réparation au niveau des composants est des plus aléatoires. On devra souvent se résigner à changer la carte complète.

Toutefois, si le cœur de ces circuits reste assez impénétrable, il ne faut pas oublier qu'ils agissent sur le reste de l'appareil et pour ce faire délivrent des signaux de commande au travers de composants qui peuvent être la cause d'une défaillance. Afin de vérifier au mieux ces circuits, lorsqu'on a détecté une faute manifeste dans les fonctions de contrôle de l'appareil, je recommande de localiser et vérifier :

1 tous les circuits d'initialisation qui agissent à la mise sous tension (reset) ;

2 les diverses tensions d'alimentation (valeur et pureté) du ou des microprocesseurs ;

3 les signaux de contrôle délivrés par ces circuits et leur propagation aux différents circuits commandés.

Cette séquence, plus facile à énoncer qu'à mettre en œuvre étant donné la densité et la miniaturisation des composants avoisinant les microprocesseurs permettra de déceler la présence éventuelle de composants en défaut et facilement remplaçables. On pourra aussi pallier certains défauts en rendant permanents certains signaux de commande défaillants comme la coupure de son. Il faut néanmoins rester très prudent dans une telle approche.

Les circuits de « reset » permettant l'initialisation des microprocesseurs sont particulièrement Importants car ils conditionnent la bonne mise en fonctionnement initial du microprocesseur. Ils provoquent une remise à zéro lors de l'apparition de la tension de veille, le plus souvent lorsque l'appareil est relié au secteur électrique. Si la « remise à zéro » ne se fait pas, le programme risque de ne pas commencer à l'adresse de départ prévue, si une remise à zéro intempestive se produit, le programme redémarrera et réinitialisera le téléviseur qui en sera bien perturbé.

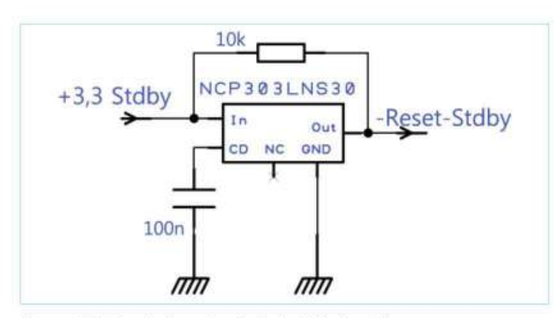


Figure 4-33. Circuit de remise à zéro initiale (reset)

Je citerai le cas où un téléviseur refusait de se mettre en veille lors de sa mise sous tension et demeurait ainsi inactif. Le circuit d'initialisation délivrant une impulsion de remise à zéro fonctionnait par comparaison de la tension de veille (3,3 volts) avec un seuil de 3 V fixé par le composant utilisé.

La raison de la panne était une tension de veille qui, bien que correcte au repos (sans action particulière après branchement de l'appareil), s'écroulait légèrement lors du déroulement du programme de mise en état de veille initial des circuits de contrôle qui ainsi, en cours d'initialisation, étaient sans cesse réinitialisés, n'atteignant jamais la fin du processus d'initialisation.

Le fautif était un simple condensateur de liaison dans l'alimentation de veille qui, sa capacité ayant diminué, était incapable de fournir le peu de puissance nécessaire à la tension de veille. Celle-ci diminuait sous le seuil de détection du circuit de remise à zéro et provoquait celle-ci de façon intempestive lors de l'initialisation du microprogramme.

En résumé

Les circuits d'alimentation interne et les circuits d'initialisation ont une importance primordiale pour le bon fonctionnement d'une carte SSB. Lorsqu'un téléviseur refuse de se mettre en veille ou en fonctionnement, après vérification de l'alimentation générale de l'appareil, il faudra vérifier en priorité cette partie de la carte SSB.

Vérification de la sortie vidéo d'une carte principale

Dans tous les cas, lorsqu'un téléviseur est mis en marche (pas en veille), la dalle écran, au travers des circuits de la carte T-Con, reçoit des signaux vidéo numériques facilement identifiables à l'aide d'un oscilloscope dont la bande passante devra toutefois être supérieure à 60 MHz. En effet, ces signaux ont en général une fréquence supérieure à 50 MHz, ils sont de faible amplitude mais reconnaissables.

Si on est en présence d'un téléviseur dont l'image est absente (noir ou blanche uniformément) et sans apparition des menus, on vérifiera en tout premier lieu la présence de ces signaux ainsi que celle de la tension d'alimentation de la dalle également présente auprès des signaux vidéo. S'ils sont absents, on soupçonnera la carte SSB et ses circuits vidéo. Dans le cas contraire, c'est soit la carte T-Con, soit la dalle elle-même qu'il faudra soupçonner. La vérification de ces signaux se fera au niveau du connecteur de sortie dit « LVDS » allant vers la carte T-Con. Ces connecteurs étant miniaturisés, soyez prudent en utilisant les pointes de touche de l'oscilloscope afin d'éviter tout court-circuit intempestif entre les broches du connecteur. On trouvera souvent au niveau de la carte SSB une série de points de tests, proches du connecteur LVDS, correspondants aux signaux recherchés.

Si on possède la documentation technique de la carte SSB, le repérage des broches à tester sera immédiat. Dans le cas contraire, il sera facile d'identifier les signaux de la façon suivante.

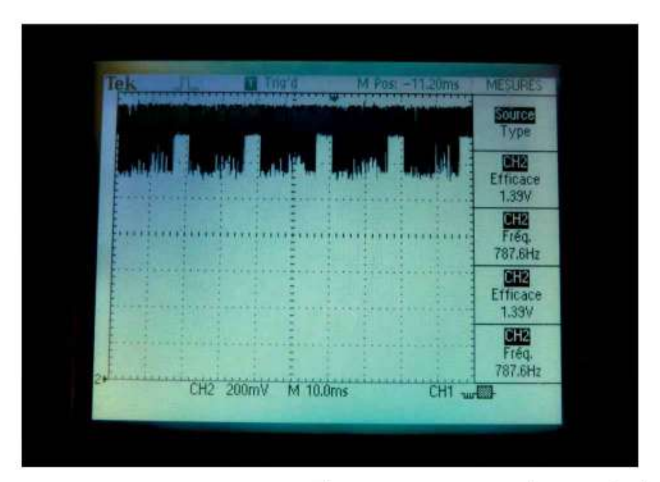
1 La tension d'alimentation de la dalle (en général 5 ou 12 volts) se trouve sur une ou plusieurs des broches d'extrémité du connecteur.

2 Les signaux vidéo utilisent 5 séries de 2 broches consécutives, chaque série étant séparée de la suivante par une broche de masse (GND).

3 Quatre des groupes de deux broches véhiculent la vidéo et on y retrouve les classiques signaux de fin de ligne et fin de trame, la modulation dépendant du contenu de l'image est parfaitement visible bien qu'il s'agisse de signaux numériques.

4 Le dernier groupe transmet un signal « clock », c'est-à-dire un signal d'horloge de fréquence fixe servant à la synchronisation de l'ensemble des signaux lors de leur décodage dans la carte T-Con.

5 Chacun des groupes de deux broches comporte un signal positif et un signal inversé (transmission différentielle), chacun d'environ 300 millivolts d'amplitude décalés de +1,25 volt par rapport à la masse.



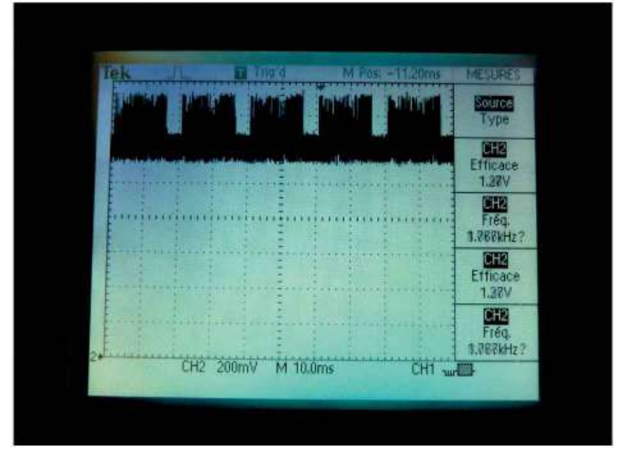


Figure 4-34. Trame vidéo d'un canal LVDS (normale et inversée, 10 ms/div. et 0,2 V/div.)

La figure 4-34 représente les deux sorties d'un canal LVDS montrant les signaux vidéo complémentaires, décalés de 1,25 V. L'interruption de signal intervenant toutes les 20 ms représentent les débuts de chaque image (trame). Ci-après, le signal représente la succession de deux lignes de l'image.

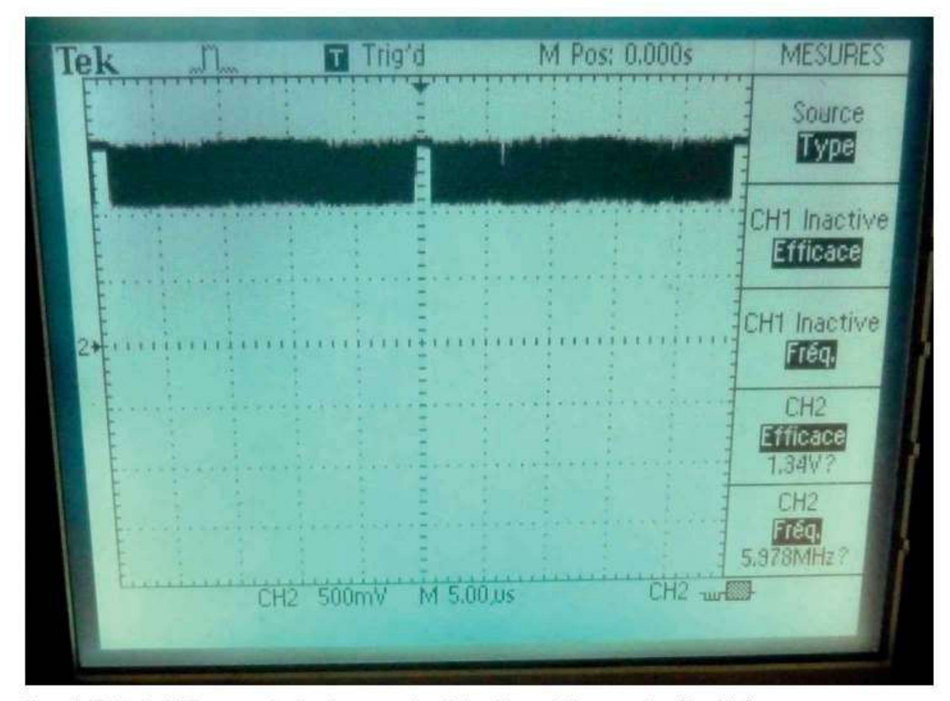


Figure 4-35. **Sortie LVDS montrant le signal correspondant à deux lignes vidéo successives (5 µs/div.)**

Dans le cas de téléviseurs dont le balayage se fait en 100 Hz ou au-delà, le nombre de signaux vidéo envoyés à la carte T-Con peut être supérieur à cinq.

Si la tension d'alimentation de la dalle écran n'est pas présente ou est instable ou bruitée, on cherchera le circuit de commutation de cette tension (permettant d'interrompre l'image durant les changements de source ou de chaîne) pour déceler éventuellement un élément défectueux.

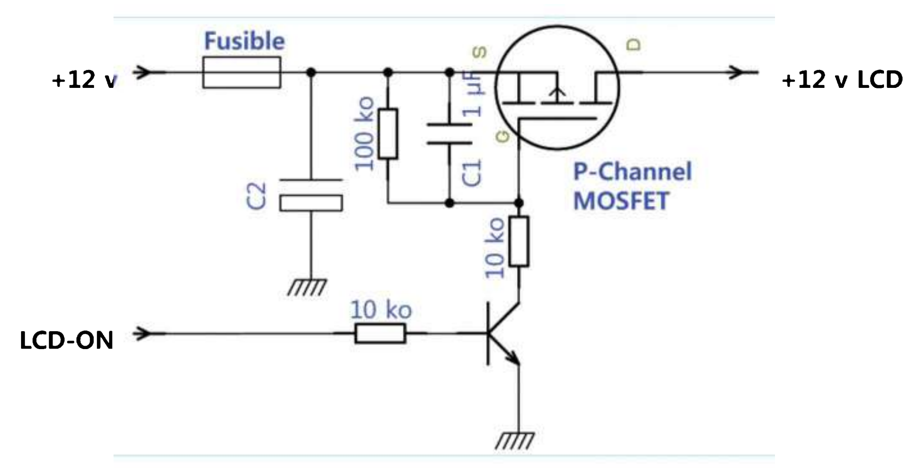


Figure 4-36. **Circuit de coupure d'alimentation d'une dalle LCD**



Dans l'exemple de la figure 4-36, la tension d'alimentation de la dalle (transmise par l'intermédiaire du connecteur LVDS vers la carte T-Con était très instable, provoquant un défaut majeur d'image. Le fautif était le condensateur C1 qui, ayant un fort courant de fuite, empêchait le transistor de commuter correctement l'alimentation 12 V vers l'écran LCD. Si les signaux vidéo et d'horloge ne sont pas présents, il faudra bien entendu suivre la chaîne des circuits vidéo pour tenter de déceler la panne. Dans tous les cas, comme dans la recherche de problèmes de fonctionnement des circuits de contrôle de la carte SSB, une vérification préliminaire des tensions internes à la carte sera nécessaire avant toute conclusion.



Si les menus apparaissent mais pas l'image, on pourra également vérifier si la sortie vidéo (broche 19) est présente sur une prise Péritel prévue pour la liaison à un magnétoscope (toutes n'assurent pas la sortie vidéo/son). Ceci indiquerait une panne au niveau des circuits numériques en aval de la chaîne.

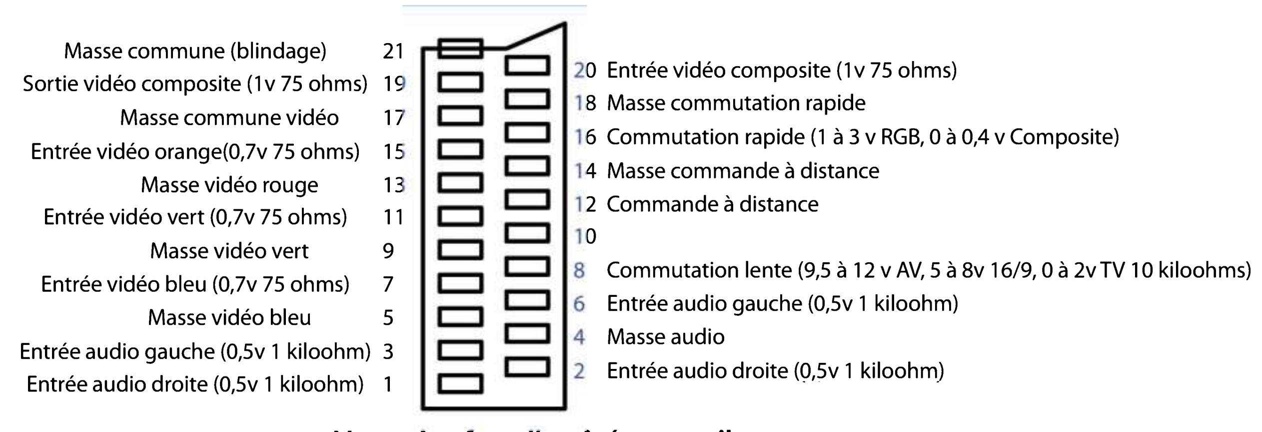


Figure 4-37. Brochage de la prise Péritel

Le dépannage d'une carte SSB ne délivrant pas de sortie LVDS sera difficile car il peut s'agir d'un composant défaillant et souvent impossible à remplacer ou d'un problème de micrologiciel. On sera malheureusement souvent contraint de remplacer la carte entière. Mais rappelons-nous que ces cartes se trouvent d'occasion pour des sommes souvent très modestes sur les sites d'annonces du Web.

Vérification des circuits son d'une carte principale

Avant de se lancer dans une recherche détaillée des causes d'une panne, il faudra vérifier la sortie écouteurs qui possède des circuits de contrôle interagissant entre les sorties écouteurs et haut-parleurs afin de neutraliser ces derniers en cas d'utilisation des écouteurs. Il existe également parfois une option dans les menus de réglage du téléviseur pour interrompre la sortie son des haut-parleurs internes. Ces différentes possibilités d'interrompre la sortie son seront bien entendu l'objet des premières vérifications à effectuer. Une fois ceci fait, dans le cas où le son n'est pas présent, il faudra

décomposer la recherche en deux temps : vérification de l'amplificateur de sortie, puis vérification de la chaîne de génération des signaux son.

Vérification de l'amplificateur de sortie

Bien que l'amplificateur soit situé en bout de chaîne, je place cette vérification en tête de cette section consacrée aux pannes « son » car c'est là en général que se situent les problèmes rencontrés. Inutile de se précipiter sur la vérification de la chaîne son qui est très nettement plus complexe mais moins sujette aux pannes.

L'amplificateur de sortie du son est le plus souvent réalisé à l'aide d'un circuit intégré comportant un amplificateur stéréo (ou de deux circuits mono) dit de classe « D » c'est-à-dire fonctionnant en mode numérique (un signal rectangulaire modulé en rapport cyclique (PWM) par les signaux décodés par la chaîne de génération du son). Le signal rectangulaire ainsi délivré en sortie est ensuite filtré (élimination des fréquences hautes du signal) avant d'être envoyé aux haut-parleurs de l'appareil. Les amplificateurs des téléviseurs délivrent en général une dizaine de watts par canal.

Le signal modulé a une fréquence de base fixe de quelques centaines de kHz. Le circuit intégré est en général alimenté par une tension supérieure à celle des autres circuits – cette alimentation est souvent séparée afin d'éviter la propagation de signaux parasites au reste de l'appareil. Les amplificateurs classe D sont en effet très pollueurs. Pour certains circuits, l'alimentation sera symétrique (+ et - 33 V, par exemple), cela permet une chaîne son sans liaison capacitive vers les haut-parleurs, garantie d'une meilleure qualité. En effet, en ce cas, le signal de sortie est une tension rectangulaire symétrique par rapport à la masse de l'appareil (potentiel zéro volt).

Le circuit comporte, outre ses deux entrées, deux sorties vers les haut-parleurs mais aussi un signal « mute » permettant l'interruption de la sortie son du téléviseur. On se réfèrera à la documentation du circuit utilisé pour vérifier son fonctionnement.

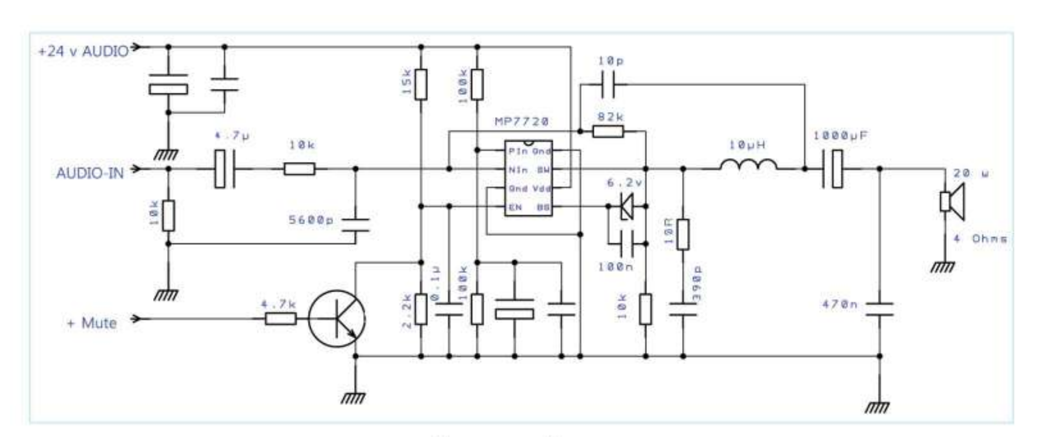


Figure 4-38. **Amplificateur monophonique classe D 20 W (circuit MP7720)**

Les amplificateurs classe « D » ne doivent pas transmettre de composante continue aux haut-parleurs, il en va de leur protection ainsi que de celle des haut-parleurs. Des circuits de sécurité peuvent être présents pour détecter cette anomalie et la transmettre aux circuits de contrôle de la carte SSB afin de couper l'alimentation de l'amplificateur son.



Certains circuits intégrés sont pourvus de telles protections internes afin de garantir leur propre sécurité indépendamment de la détection qui pourrait être faite afin de signaler l'erreur aux circuits de contrôle.



Notez que les amplificateurs de la sortie audio sont parfois à l'origine d'une mise en sécurité des téléviseurs lorsqu'une anomalie est détectée à leur niveau et transmise aux circuits de contrôle.

Vérification de la chaîne son

Le diagnostic de la chaîne son consistera à vérifier où la chaîne est interrompue afin de trouver éventuellement un maillon faible dans les liaisons entre les différents éléments de cette chaîne. Si le problème vient des circuits de décodage du son, la complexité et l'impossibilité de remplacer les composant rendront quasiment impossible le dépannage au niveau composant, le remplacement de la carte SSB devant alors être envisagé.

Mise à jour du micrologiciel

Il existe cependant dans une minorité de cas des appareils dont le micrologiciel n'a pas été mis à jour et qui ne supportent pas les normes de transmission actuelles (Dolby Digital+) des chaînes TNT. Utilisé avec une box Internet ou un décodeur TNT externe, le téléviseur fonctionne bien mais pas en mode réception TNT. Tentez en ce cas une mise à jour du « firmware » si celui-ci est mis à disposition sur Internet.

Une première vérification permettant de disculper les circuits de décodage consistera à vérifier la sortie son de la prise Péritel (broches 1 et 3) offrant cette sortie lorsque le téléviseur est utilisé avec une entrée HDMI ou en réception TNT.

L'absence de signal sur les sorties son sera l'indication d'un problème en amont. Le dépannage de cette partie relève de la plus haute difficulté, les composants sont peu ou pas documentés et non remplaçables sans un outillage de soudure professionnel (composants BGA en général). Ils sont d'ailleurs rarement commercialisés au détail. On vérifiera, dans ce cas, les circuits de commutation entre les différentes sources qui pourraient présenter une défaillance au niveau des signaux son. Sa présence, au contraire, indiquera un problème souvent réparable lié aux étages de sortie qu'il faudra alors analyser en détail afin de diagnostiquer l'origine de la panne. Là encore, attention aux circuits de commutation entre sources.



Notez que les appareils les plus récents possèdent parfois des circuits audio plus sophistiqués (STA369BWS, par exemple), entièrement programmables par le bus I2C et qui rendent le dépannage plus difficile. On aura cependant les mêmes problèmes au niveau des mises en sécurité des étages de sortie qu'il faudra vérifier avant tout.

Vérification du fonctionnement des circuits d'accord (tuner)

Dans le cas d'un téléviseur qui fonctionnerait lorsqu'un signal vidéo lui est appliqué par une entrée externe (HDMI, DVI, PC, Péritel, YUV, etc.) mais qui ne recevrait plus les chaînes TV, il se pourrait que la panne provienne du tuner d'accord. Soumis par exemple à une surtension lors d'un orage, un tuner peut ainsi avoir rendu l'âme. Tout d'abord, on vérifiera que l'antenne est bien reliée au tuner, que la télé est bien commutée pour recevoir soit la TNT (chaînes numériques), soit les chaînes analogiques (il n'y en a plus en France depuis 2012), puis on fera un balayage des chaînes. Si aucune chaîne n'est trouvée, on vérifiera le tuner comme indiqué ci-après. Si quelques chaînes sont trouvées mais pas toutes, on orientera ses recherches vers le câble qui relie l'antenne à la télé ou à la prise d'antenne du tuner qui pourra présenter deux défauts courants :

- connecteur central cassé ou en court-circuit avec la masse de la prise ;
- connexion interne de la prise antenne du tuner dessoudée du circuit imprimé du tuner.

Dans ce dernier cas, il faudra ouvrir le tuner (petit capot clipsé mais parfois soudé) et vérifier le fil de connexion reliant la prise antenne au circuit.

Attention, fragile !

Le tuner est un appareil fragile que vous ne devez pas dérégler, notamment en touchant les petites bobines de cuivre émaillé dont l'aspect, même s'il ne vous paraît pas très esthétique, ne doit jamais être modifié. Les ajustements des circuits accordés des tuners se font par déformation des inductances.

Vérification du fonctionnement du tuner

Il est rare de trouver la description technique d'un tuner. Il faut savoir qu'il s'agit d'un composant fragile, complexe mais facile à se procurer (au moins en récupérant des cartes défectueuses) s'il est défaillant. Les vérifications se feront au niveau des broches de connexion au circuit imprimé, notamment, une des broches au moins doit laisser apparaître un signal vidéo ou haute fréquence variant avec le contenu de l'image. Bien entendu, encore faudrait-il que le tuner soit accordé sur une chaîne et l'antenne raccordée. Sur une autre broche, on devrait trouver une tension d'alimentation de 33 V en général. Enfin, deux broches reçoivent les signaux de commande SDA et SCL du bus I2C du téléviseur. On les voit recevoir des signaux lors du fonctionnement du téléviseur et surtout en mode de recherche automatique des chaînes.

Sans schéma de l'appareil ou descriptif technique du tuner, ces vérifications se feront à l'aveugle mais on peut les tenter afin de déterminer s'il faut ou non incriminer ce tuner. Si le tuner semble défaillant, son remplacement est assez facile, on trouve en général des tuners pour moins de 20 € sur les sites spécialisés. Les références d'un tuner figurent normalement sur une étiquette papier collée sur le capot du tuner.



Notez qu'il existe des tuners recevant uniquement la TV analogique et d'autres dits mixtes ou hybrides recevant les chaînes analogiques et numériques.





Figure 4-39. Tuner reconnaissable à sa prise antenne

VÉRIFICATION ET DÉPANNAGE D'UNE CARTE T-CON

Tout comme les cartes inverter alimentant le rétroéclairage des écrans LCD/LED, les cartes T-Con sont très peu documentées : faisant partie intégrante des écrans, elles ne sont en général pas commercialisées séparément. Qu'on se rassure cependant, on trouvera assez facilement des cartes d'occasion sur Internet, en provenance d'écrans cassés. Elles permettront, le cas échéant, de dépanner un téléviseur défectueux.

La carte T-Con d'un écran possède trois fonctions principales :

- décodage et démultiplexage des signaux vidéo de la liaison LVDS en provenance de la carte SSB ;
- fourniture des différentes tensions d'alimentation nécessaires au fonctionnement des circuits de la carte et de l'écran (hors rétroéclairage bien entendu) ;
- fourniture des signaux gamma nécessaires au bon fonctionnement de la dalle LCD.

Les signaux gamma sont en fait des tensions variées (plus de dix valeurs pour un écran LCD) qui doivent être appliqués aux différentes parties de la dalle écran en fonction du contenu de l'image afin d'assurer une reproduction correcte des contrastes (donc des couleurs fondamentales).

Un défaut de ces signaux gamma provoquera des aberrations d'image (saturation, inversion des couleurs, image pâle ou paraissant négative…).

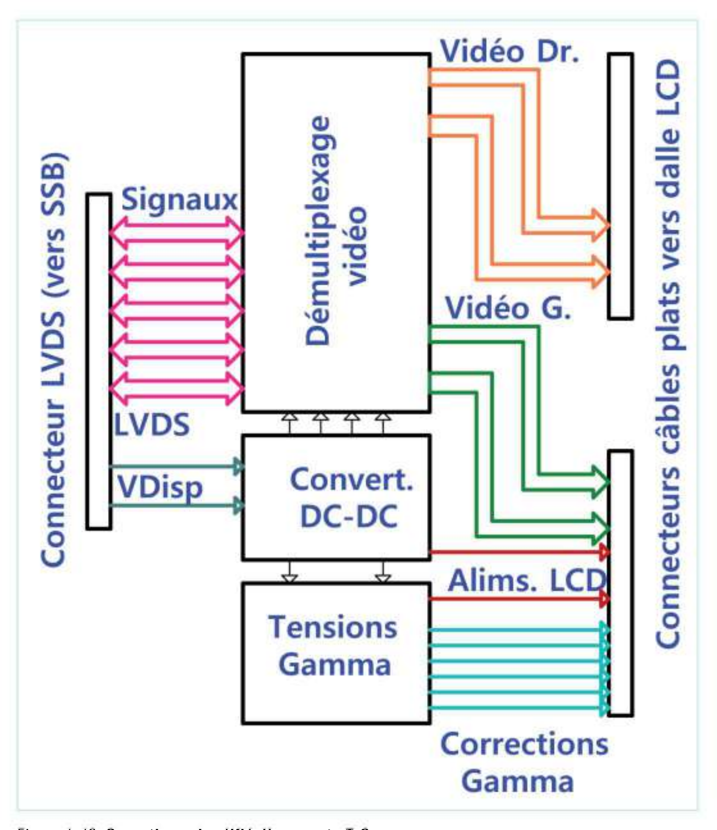


Figure 4-40. Synoptique simplifié d´une carte T-Con

Circuits de décodage et démultiplexage de la carte T-Con

Nous ne traiterons pas du dépannage de ces circuits dont la complexité, l'absence de documentation, la technologie utilisée (BGA) et l'impossibilité de se procurer les composants pour la plupart rendent l'opération quasiment impossible. Les dysfonctionnements de ces circuits peuvent avoir pour conséquences :

- pas d'image ;
- image très instable ;
- image brouillée non reconnaissable.

Avant de conclure à une panne dans ces circuits, vérifiez au préalable les signaux vidéo LVDS (voir ce qui a été expliqué précédemment), ainsi que les signaux d'alimentation internes à la carte T-Con (voir ci-après).

Si le dépannage des circuits traitant la vidéo reste le plus souvent du domaine de l'impossible, ce n'est pas là que se trouvent généralement les pannes mais, comme d'habitude, dans les circuits d'alimentation que nous allons décrire maintenant.



Alimentations de la carte T-Con

Le connecteur LVDS ne transmet qu'une tension d'alimentation (5 ou 12 V) à la carte T-Con. Celle-ci est d'abord appliquée à un fusible de protection qu'il faudra vérifier puis cette tension est fournie à divers convertisseurs de tension, abaisseurs ou élévateurs, ainsi qu'à des régulateurs de tension. Une partie de ces circuits délivrent les alimentations aux circuits de traitement vidéo de la carte T-Con, les autres tensions sont transmises au panneau LCD de l'écran par l'intermédiaire de câbles plats véhiculant également les signaux vidéo démultiplexés. Les dysfonctionnements de ces circuits peuvent avoir les conséquences suivantes :

- fusible grillé (court-circuit de la tension reçue par le connecteur LVDS) ;
- absence totale d'image (uniformément noire ou blanche) ;
- image de très mauvaise qualité (pâle, instable, mauvais rendu des couleurs).

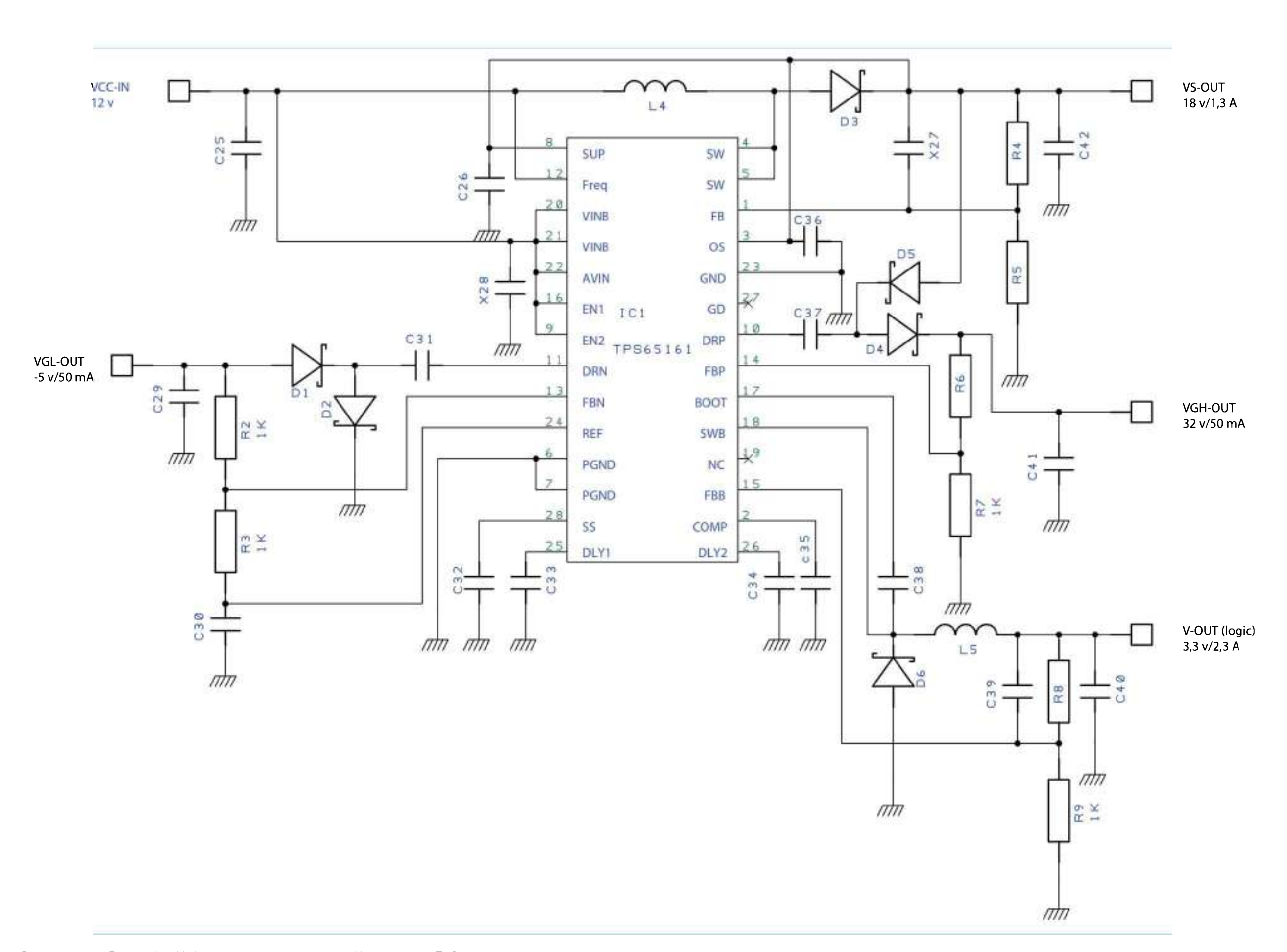


Figure 4-41. **Exemple d'alimentations internes d'une carte T-Con**

Les circuits intégrés mis en jeu à ce niveau sont très nombreux mais on retrouve souvent le circuit TPS65161 dont les feuilles de caractéristiques sont très facilement trouvables sur Internet. Ces dernières vous donneront un exemple d'utilisation qui pourra vous guider dans le dépannage d'une carte. Il s'agit d'un circuit comprenant plusieurs alimentations à découpage délivrant les tensions nécessaires au fonctionnement de la carte T-Con et de la dalle LCD.

Si la carte T-Con que vous souhaitez dépanner ne comporte pas ce circuit, plusieurs autres circuits peuvent être utilisés pour réaliser les mêmes fonctions. En aval ou séparément de ce circuit, divers régulateurs abaisseurs de tensions sont également présents sur une carte T-Con (série L1117, par exemple).

Circuits générateurs des potentiels de corrections gamma

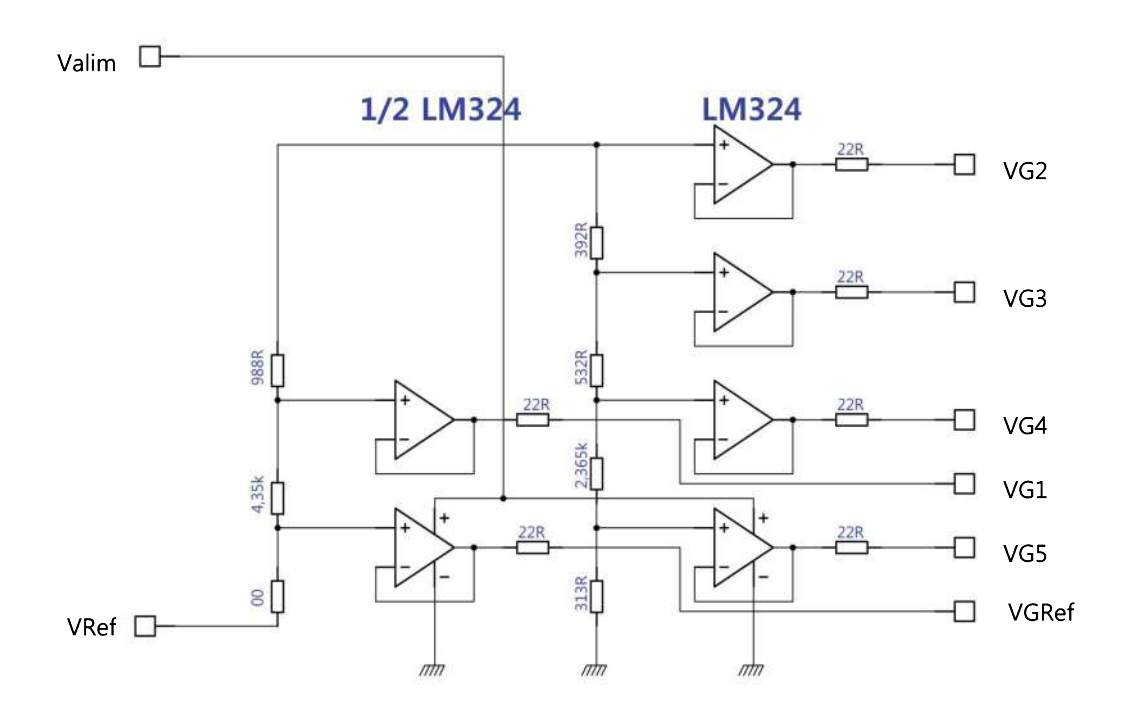


Figure 4-42. Exemple de circuit générateur de tensions de corrections gamma

En plus de ces alimentations de base, il existe un ou plusieurs circuits de type amplificateur opérationnel qui, partant des alimentations décrites précédemment, délivrent les différentes tensions appelées « gamma » nécessaires au bon fonctionnement de la dalle LCD. Ces tensions vont de 0 à 16 V environ. Les dysfonctionnements de ces circuits peuvent avoir les conséquences suivantes :

- image stable mais très pâle ou trop contrastée et sombre ;
- image stable solarisée ;

- image stable mais au rendu des couleurs très mauvais.

Le ou les circuits délivrant les tensions de corrections gamma sont des amplificateurs à gain unitaire qui en fait délivrent sous une puissance convenable les tensions issues d'un pont diviseur multiple alimenté par une tension de référence. Les tensions de corrections gamma dans l'exemple suivant sont au nombre de 15, le circuit délivrant de 30 à 100 mA selon les sorties.

Le circuit utilisé fréquemment pour réaliser cette fonction est l'AS15-F ou AS15-G. Il semblerait également que le HX8915 soit un équivalent à ce circuit. Dans des cartes T-Con plus anciennes, plusieurs circuits LM324 ou HX8904 (quadruple amplificateurs opérationnels) montés en amplificateurs à gain unitaire sont utilisés. Les feuilles de caractéristiques de ces circuits se trouvent assez facilement, elles permettront d'être guidé dans la recherche des pannes.

En résumé, vérifiez donc le plus exhaustivement possible les alimentations et les potentiels de correction gamma.

Si une image apparaît, de mauvaise qualité au point de vue colorimétrie mais stable et au contenu correct, tout espoir n'est pas perdu car cela signifie que les circuits vidéo fonctionnent *a priori* correctement. Le problème résidera donc ailleurs, c'est-à-dire au niveau des alimentations mais cela peut se situer au niveau de la carte T-Con, toujours remplaçable ou sur le circuit imprimé de la dalle (non remplaçable mais parfois réparable) ou dans la dalle elle-même.

Substitution de cartes

Les pannes dues à des défauts de la carte T-Con, de l'écran lui-même (dalle LCD) voire de la carte SSB se ressemblant, il est parfois difficile de diagnostiquer à coup sur le coupable. Bien entendu, substituer une carte SSB suspecte par une autre identique fonctionnelle confirmera ou non la suspicion, et de même pour la carte T-Con. Cependant, en raison du coût élevé de ces cartes (même d'occasion), il n'est malheureusement pas toujours possible de le faire.

VÉRIFICATION ET RÉPARATION D'UNE DALLE ÉCRAN LCD OU LED

Cette section concerne les pannes d'image, exception faite des pannes de rétroéclairage traitées page 69. Cela a déjà été dit, il est totalement impossible de réparer une dalle LCD qui a été cassée. Nous nous limiterons donc à étudier les quelques pannes réparables au niveau d'une dalle. Les signaux délivrés par la carte T-Con (alimentations, signaux vidéo et corrections gamma) sont acheminés à la dalle par des câbles plats aboutissant à une ou plusieurs platines circuits imprimés étroites (environ 2 cm) situées en général sur le bord horizontal (supérieur le plus souvent) de la dalle.

Cette platine comporte quelques circuits intégrés (parfois aucun, seuls étant présents des condensateurs de découplages) et délivre, au travers de câbles souples, plats soudés sur elle-même et sur le panneau LCD (par ultrasons) disposés sur un côté horizontal et sur un côté vertical de la dalle, l'ensemble des signaux et alimentations. Les connexions provenant du circuit imprimé de la dalle sont donc reliées par des films assurant les liaisons vers le bord horizontal de la dalle et relayés vers les films de connexion du côté vertical.

Notez que les câbles plats souples reliés à la dalle LCD, sont des films transparents, de couleur orange foncé. Ils comportent des liaisons en cuivre et des circuits intégrés non remplaçables dit COF *(Chip On Film)* qui eux-mêmes assurent la distribution aux connexions horizontales et verticales du panneau LCD.

Il existe peu de pannes auxquelles on peut remédier au niveau d'une dalle. Toutefois, certains circuits intégrés délivrent des tensions d'alimentation ou de corrections gamma au niveau de la platine circuit imprimé de la dalle qu'il faudra donc vérifier comme indiqué en ce qui concerne les cartes T-Con (circuits LM324 ou HX8904) par exemple.

Contrôlez également les condensateurs de découplage qui peuvent parfois être en court-circuit ou inopérants. Ces pannes sont néanmoins très rares. Il est en revanche des pannes hélas fréquentes dues à des mauvaises liaisons entre les câbles souples reliant la carte T-Con et la platine circuit imprimé ou les films souples reliant ce dernier à la dalle LCD. Elles seront de plusieurs types :

- image présentant des lignes horizontales ou verticales ;
- image instable ;
- image présentant des trainées lors des mouvements ;
- images fantômes, etc.

Toutes ne sont pas réparables, mais on pourra tenter l'approche suivante pour déterminer si une réparation est possible.

1 Sans démonter l'écran, si le défaut disparaît quand on essaie d'appuyer sur les bords de l'écran (sans le casser bien entendu), en essayant de tordre l'écran par exemple en tirant le coin haut gauche tout en poussant sur le coin bas droit, la réparation peut être tentée.

2 De même, en ayant démonté l'écran pour accéder à la platine circuit imprimé de la dalle et aux câbles films, on vérifiera si le défaut disparaît en essayant d'appuyer sur ces câbles au niveau des soudures soit côté dalle, soit côté circuit imprimé.

Dans ces deux cas, le défaut disparaissant montre qu'il s'agit bien d'un problème de mauvais contact. On pourra alors intercaler des butées en caoutchouc ou plastique entre la structure métallique de l'écran et les films au niveau des points de contact pour « forcer » l'appui de ces derniers sur leur point de contact.

Plus rarement, le mauvais contact se situera au niveau des circuits « COF » soudés directement sur le câble film, la pression exercée devra naturellement être limitée afin de ne pas briser le composant. Bien entendu, ce type de réparation n'est pas toujours possible, rien ne remplacera une soudure et, lorsque cela réussit, nul ne peut prédire si cela durera une heure ou 10 ans. Mais, vu le prix d'un écran LCD même d'occasion, cela vaut d'être tenté, et en cas de réapparition du problème, on renouvellera l'opération si on le peut.



Démontage de la dalle LCD

Pour accéder à la (ou les) platine(s) circuit imprimé située(s) sur le bord de l'écran ainsi qu'aux câbles films des liaisons au panneau LCD, il faut démonter l'écran de la structure du téléviseur qu'on aura dépouillé de son électronique puis le cadre métallique entourant l'écran. Il sera prudent de remettre l'ensemble des circuits auprès de la dalle (en dessous en général) et de les reconnecter afin de pouvoir vérifier le fonctionnement lors des essais de réparation.

Dans la figure 4-43, l'ensemble des circuits et la dalle écran ont été démontés du châssis du téléviseur, remis en place et reconnectés, prêts pour la recherche de la panne. Afin de maintenir l'ensemble des circuits en place, de la toile adhésive est utilisée temporairement.



Figure 4-43. **Dalle et circuits retirés du châssis de l'appareil, prêts pour test**

Pensez bien à l'isolement entre les circuits imprimés et la structure métallique de la dalle. L'utilisation de feuilles de carton pourra éviter le pire ! Par ailleurs, ne laissez pas fonctionner trop longtemps le téléviseur lorsque le cadre métallique de la dalle est retiré. En effet, les circuits « COF » ne sont plus refroidis et risquent de surchauffer de façon irrémédiable.



Figure 4-44. Il ne reste plus qu'à retirer le cadre métallique maintenant le panneau LCD

À ce niveau du démontage, les circuits de la dalle sont accessibles ainsi que les films de connexion qui pourront ainsi être vérifiés (en les bougeant afin de voir si le défaut disparaît ou évolue).



Figure 4-45. Cadre métallique enlevé, les films de connexion sont accessibles





Figure 4-46. Vue du circuit imprimé de la dalle avec les films de connexion

De même, si le défaut concerne les lampes du rétroéclairage, on devra continuer le démontage en retirant l'ensemble des couches du sandwich formant le panneau d'affichage à cristaux liquides.

Dépannage d'une dalle écran au niveau rétroéclairage

Les défauts liés au rétroéclairage lorsqu'ils se situent au niveau de la dalle écran sont de trois sortes :

- défaut d'isolement entre la structure métallique de la dalle et les connexions ou les tubes néon d'un écran LCD ; déjà rare au niveau des lampes néon, ce défaut est probablement inexistant au niveau des rétroéclairages LED ;
- tube néon (CCFL) défectueux ou cassé ;
- fil de connexion rompu ou mal connecté à la lampe.

Dans tous les cas, la localisation du défaut et sa réparation demanderont une étape de démontage supplémentaire de la dalle. Il faudra donc enlever les différents panneaux constituant la dalle. En effet, l'écran LCD en lui-même est constitué par un ensemble de couches (filtres polariseur, diffuseur de lumière, etc.) montés en sandwich avec le panneau LCD lui-même. Par conséquent, il convient d'être très méticuleux, d'autant plus que l'écran est de grande taille, pour ne pas casser le panneau LCD lors de sa manipulation. Les autres couches sont en général souples, mais il peut exister aussi une couche en verre.

Je préconise la méthode suivante pour y parvenir.

1. Se munir d'un panneau aggloméré recouvert de papier mélaminé (vendu en magasin de bricolage) de la taille approximative de l'écran.
2. Placer l'écran à plat, face au-dessus sur une table et la tablette mélaminée à côté.
3. Dégager l'ensemble du sandwich des bords du cadre de l'écran et faire glisser le tout sur la tablette mélaminée qui servira de support de stockage durant la réparation.



Figure 4-47. Intérieur d'un écran LCD dont le panneau LCD a été retiré

4 Réparer les défauts. On pourra essayer le fonctionnement du rétroéclairage sans replacer le sandwich du panneau.

5 Remonter le sandwich en le faisant glisser vers l'écran.

6 Bien respecter le positionnement de l'ensemble dans le cadre de l'écran.

7 Terminer le remontage de l'écran (cadre métallique) puis du téléviseur.

Cette façon de procéder, en faisant glisser l'ensemble des couches du filtre, évite de faire subir de trop fortes déformations au panneau LCD qui est très fragile. En choisissant une tablette mélaminée à la surface lisse ou très peu grenelée, on évitera de rayer les filtres situés en dessous du sandwich. En outre, en ne démontant pas ce sandwich (ce qui serait sans utilité), on évite aux poussières de se localiser près du panneau LCD et on maintient une meilleure rigidité limitant la casse par torsion de la dalle.

Venons-en à la réparation des défauts. Si un tube CCFL est cassé ou défectueux, il devra être changé mais il est souvent difficile et coûteux de se procurer des tubes de remplacement. Il existe néanmoins plusieurs façons de s'en sortir à moindre coût :

- utiliser une dalle cassée pour récupérer les tubes (pas cher en occasion) ;
- réaliser un montage de plusieurs tubes en série.

Ce dernier point mérite quelques explications. Ce qui compte en la matière est la longueur totale de la lampe qui conditionne la tension de fonctionnement (et d'allumage qui est supérieure) ; il ne faudra

donc ne pas s'en éloigner trop. Le diamètre est également essentiel, il conditionne l'intensité de l'éclairage et donc de la tension délivrée mais son importance est moindre par rapport à la longueur. La forme quant à elle est le plus souvent rectiligne ou en forme de « U ». Certaines anciennes dalles utilisaient un tube unique très plat (de la surface de la dalle). Heureusement, ce cas n'existe plus depuis longtemps semble-t-il car le tout était très fragile et le changement du tube (introuvable par ailleurs) serait sûrement hors de prix. Dès lors, lorsqu'on doit remplacer un tube CCFL, cela pourra se faire par un tube légèrement plus petit (ou plus grand mais comment le loger dans l'écran) car la longueur peut varier d'une dizaine de pourcents sans avoir de conséquence trop visible.

On peut aussi associer plusieurs tubes en série pour par exemple remplacer un tube en U par deux tubes rectilignes, ou encore associer un tube pour écran de 32 pouces avec un tube pour écran d'ordinateur 15 pouces pour remplacer un tube d'une dalle 37 ou d'un 42 pouces. Bien que le diamètre soit différent entre les deux tubes et la longueur totale convenant à un 47 pouces, le tout logé dans un 37 pouces (avec recouvrement de 10 pouces des deux tubes) fonctionne à merveille. De ces exemples il faut retenir :

- le coût important et la difficulté de se procurer des tubes de remplacement ;
- les caractéristiques dimensionnelles sont essentielles mais de larges variations sont possibles (les contraintes mécaniques étant plus importantes) ;
- le montage possible en série de tubes disparates.

Le plus délicat restera d'assurer des connexions correctes au niveau isolement de l'ensemble afin d'éviter des arcs ravageurs. Notez aussi que le démontage des tubes défaillants et le remontage des tubes de remplacement nécessitent de prendre un grand soin des clips de fixation en plastique des tubes situés au dos de l'écran et qui sont très fragiles. Enfin, les connexions des tubes se faisant soit par soudure, soit par clipsage, il faut user de patience et d'extrêmes précautions lors de ces opérations – les tubes faisant de 2 à 4 mm de diamètre, leur fragilité est très grande.



Figure 4-48. **Réparation d'une dalle 46 pouces en associant deux tubes CCFL en série**

Il existe également une autre source de pannes au niveau du rétroéclairage d'un écran LCD. Il s'agit de problèmes d'isolement au niveau des connexions des tubes CCFL. En effet, les tubes néon étant alimentés par des tensions élevées (1 500 V, par exemple), toute trace d'humidité associée à de la poussière pourra nuire au bon isolement des liaisons en provoquant un début de carbonisation des parties isolantes sur lesquelles reposent les parties conductrices. Étant en présence d'une haute tension d'alimentation, les tubes CCFL mettent en jeu des intensités électriques faibles. L'échauffement des connexions même résistives n'est pas à craindre, c'est bien l'arc électrique ou la carbonisation d'une surface isolante devenue conductrice qui est à redouter et dangereuse.

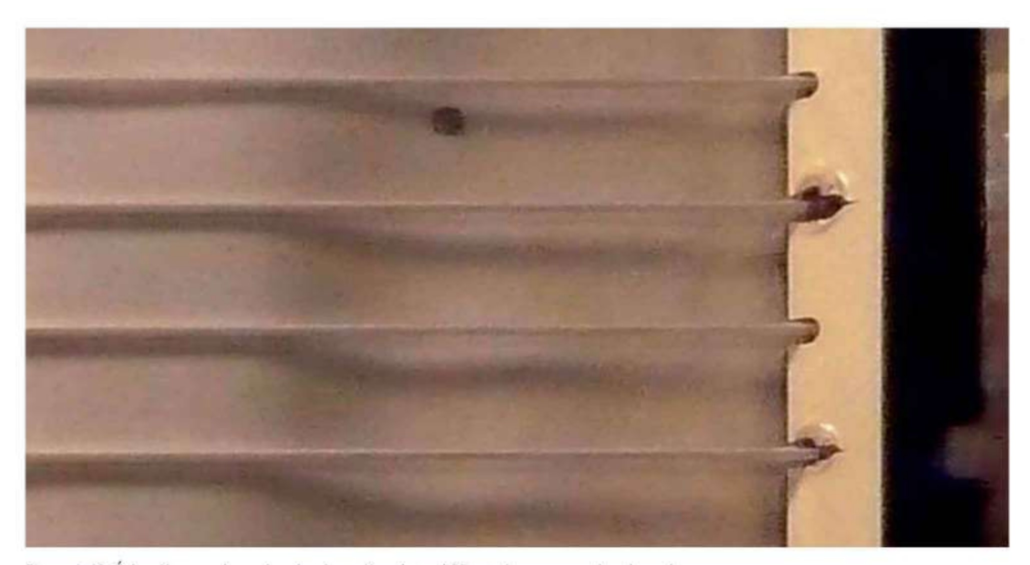


Figure 4-49. **Échauffement du cache plastique d´un écran LCD au niveau connexion des tubes**

En présence d'un tel problème qui aura sans nul doute provoqué la mise en sécurité des circuits du rétroéclairage, il ne faudra pas désactiver les circuits de protection, ce qui serait dangereux (risque d'incendie), mais corriger le défaut d'isolement en nettoyant la partie carbonisée, en la reconstituant si nécessaire à l'aide de résine époxy par exemple puis en reconnectant les tubes de façon adéquate selon leur type.



Ne désactivez jamais de façon prolongée les circuits de protection/détection de défaut du rétroéclairage d'un écran LCD au risque de provoquer un incendie en cas de défaut d'isolement.

En ce qui concerne les rétroéclairages à LED, je n'ai jamais rencontré de panne au niveau des écrans mais je suppose que le remplacement des diodes LED ne présente pas une difficulté importante. Respectez cependant au mieux les caractéristiques des LED d'origine surtout lorsque les lampes sont montées en série. En cas de doute ou de mauvais fonctionnement après remplacement d'une LED, remplacez la série complète de LED montées en série sans mélanger les lampes de types différents.

Dépannage d’une dalle écran au niveau du panneau LCD

Si le défaut d’image constaté sur un téléviseur LCD est imputable à la dalle écran, certaines réparations sont possibles. Hélas, pas toutes ! En dehors, bien entendu, des écrans cassés que nous ne traitons pas dans cette section.

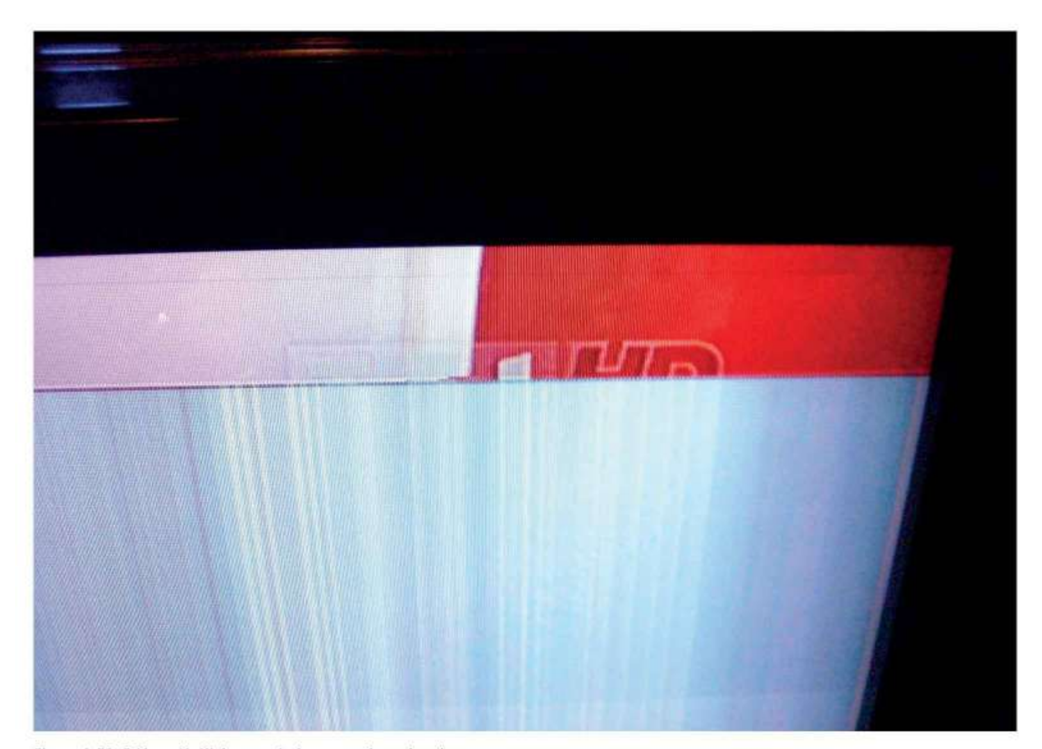


Figure 4-50. Défaut d’affichage qui n’a pas pu être réparé

Il est toujours très difficile de distinguer un problème dû à la carte de contrôle (T-Con) d’un problème dû à la dalle LCD. La réparation d’une dalle LCD étant souvent impossible et son remplacement trop coûteux si on ne trouve pas un écran d’occasion, le diagnostic se doit d’être le plus exact possible.

Dans l’exemple de la figure 4-51 page suivante, le problème aurait tout à fait pu être dû aux circuits de correction gamma de la carte T-Con. Il n’en était rien. Il s’agissait bien d’un défaut de l’écran LCD dont une connexion d’un signal d’alimentation était défectueuse.

On peut classer en cinq catégories les défauts d’un panneau LCD :

1. défauts dus à la matrice d’affichage à cristaux liquides ;
2. défauts dus aux composants montés sur les films de connexion entre le circuit imprimé et la dalle ;
3. défauts dus à un composant électronique présent sur le circuit imprimé de la dalle ;
4. défauts dus à une rupture partielle et non permanente d’une ou plusieurs connexions entre le circuit imprimé et la dalle (défaut de soudure film-dalle) ;
5. rupture permanent d’une liaison circuit imprimé-dalle.

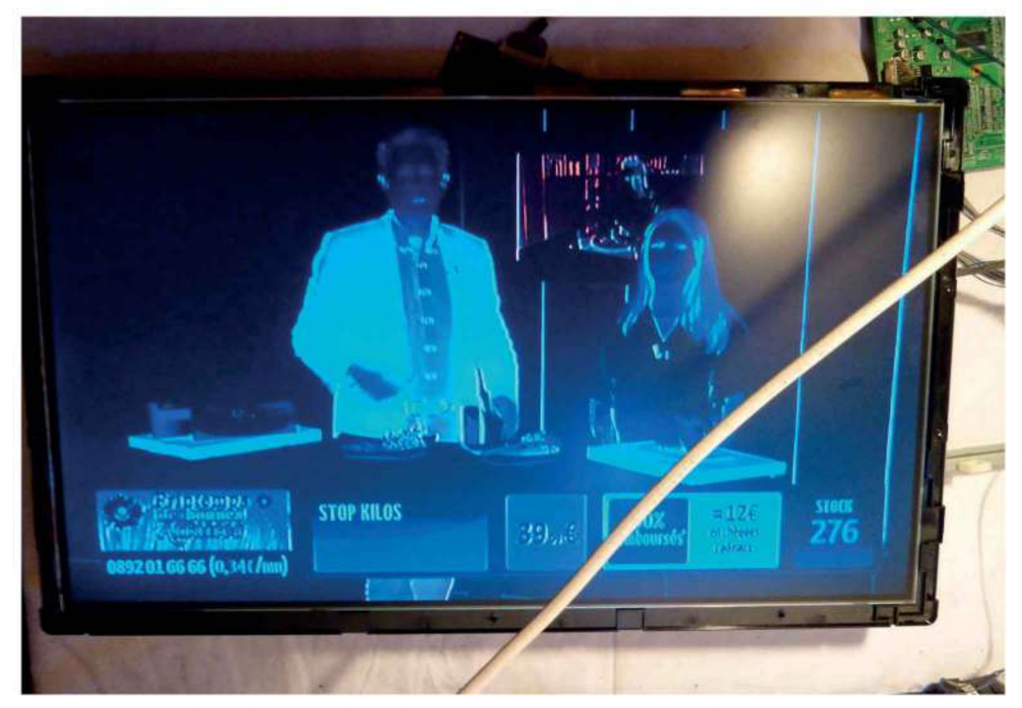


Figure 4-51. **Défaut d'affichage dû à une rupture de connexion entre les circuits et le panneau LCD**



Figure 4-52. **Réparation à l'aide de cales en caoutchouc et adhésif épais**

Les deux premiers types de défauts ne seront pas réparables alors que les deux derniers, qu'ils soient localisés au niveau de la soudure circuit imprimé-film de connexion ou au niveau de la soudure film-dalle pourront **parfois** être réparés, soit en exerçant une pression mécanique au niveau des points de soudure défaillants, soit en réalisant un pont en fil reconstituant la connexion coupée. Si un film présente des signes de mauvais contact depuis le circuit imprimé ou sur la dalle elle-même, on

tentera la réparation en mettant des petites cales souples au niveau de l'emplacement du contact défectueux afin de forcer mécaniquement les contacts. Ces cales, si elles ne sont pas autocollantes, pourront être fixées par du ruban adhésif double face sur le film et devront s'appuyer contre le cadre métallique de la dalle au remontage. Choisissez donc l'épaisseur de ces cales afin de provoquer l'appui mécanique recherché sans pour autant casser le support.

Effectuée en douceur, cette réparation certes aléatoire dans sa pérennité pourra permettre de sauver au moins temporairement un écran défectueux pour un coût négligeable. Pour ma part, j'ai déjà sauvé, de cette manière, une dizaine d'écrans sans avoir eu d'échec dans le temps pourvu que le téléviseur ne soit pas soumis à des déplacements fréquents.

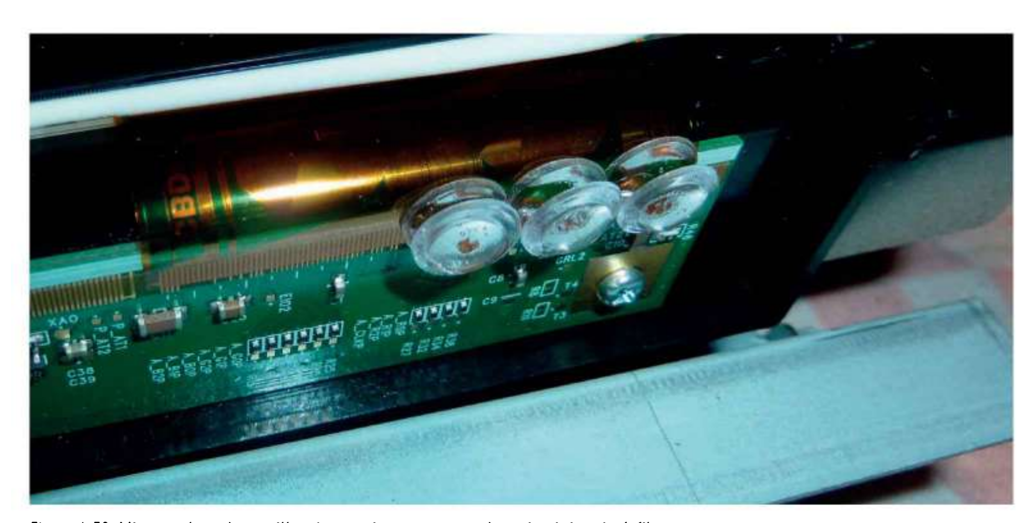


Figure 4-53. **Mise en place de pastilles de pression sur une soudure circuit imprimé-film**

Rappelons que les connexions entre le ou les circuits imprimés situés au niveau de l'écran LCD et le panneau LCD sont réalisées par des films souples soudés par ultrasons. Plusieurs films sont utilisés et le nombre de points de connexion dépasse le million pour les écrans Full HD. Vous aurez compris que ces soudures ne sont pas réparables par soudure, seule peut être tentée une réparation par mise en contact forcé.

Il sera facile, parfois, de déterminer si la rupture de liaison est non permanente en forçant une déformation (avec modération) de la dalle au niveau des connexions (avant démontage de la dalle) ou en passant le doigt pour exercer une petite pression sur le film au niveau de ses soudures côté dalle ou circuit imprimé. Si par chance le défaut apparaît et disparaît au gré des déformations appliquées, l'espoir de pouvoir réparer par pression est grand. Dans le cas contraire, soit la réparation demandera la reconstitution d'une ou plusieurs liaisons, soit elle sera impossible…

Comme évoqué plus haut, certaines dalles présentent des défauts permanents de liaison entre la platine circuit imprimé et les films de connexion au niveau des alimentations (pistes plus larges). Ces défauts, en raison de l'intensité transmise sont en général dus à une destruction du point de contact qui ne peut être corrigée mécaniquement. On pourra alors tenter une réparation en soudant des fils miniatures (fil de « wrapping ») directement entre le circuit imprimé et le film qu'on aura percé en grattant avec un cutter (très délicatement) pour révéler le point de soudure.



Figure 4-54. Connexions d'un panneau LCD


Figure 4-55. Rétablissement d'une liaison entre le circuit imprimé et un film côté vertical

Une série de dalles 26 pouces présentait ce défaut fréquemment, l'information a pu être trouvée dans les forums spécialisés et une notice de réparation fournie par le fabricant était même dispo-

nible. Pour l'avoir rencontrée deux fois, cette panne se répare bien si on use de méticulosité dans le rétablissement de la liaison. Il existe souvent, soit sur le circuit imprimé, soit sur le film ou sur les deux, des pastilles dites « points de test » pour les signaux d'alimentation. Au niveau des films de connexion, elles sont en général recouvertes par la dernière couche d'isolement du film mais leur surface plus importante que celle des connexions permet, après grattage, plus facilement la soudure du fil. Vous verrez combien le fil à « wrapper » vous paraîtra petit lorsqu'il sera entre vos mains et combien il vous semblera énorme au regard des connexions du film. Bien que l'opération soit très aléatoire et délicate à réaliser, face à une dalle LCD réputée défectueuse, le risque d'essayer ne peut être que d'économiser le coût d'un écran ou la perte définitive de l'appareil.



Figure 4-56. **Vue du film auquel la connexion filaire aboutit, on voit le circuit COF en transparence**



Notez que les connexions entre le circuit imprimé et la dalle se font en général au niveau d'un côté horizontal de l'écran et que les connexions sont reportées du côté horizontal vers les films des connexions verticales. Une connexion peut donc être directement réparée par un fil de substitution placé ente le circuit imprimé et un film de connexion horizontal ou vertical.

Si le défaut ne peut pas être localisé au niveau des câbles films, on recherchera d'éventuels composants défectueux sur le circuit imprimé situé en bordure de l'écran. Il s'y trouve selon les dalles des fusibles, des condensateurs CMS qui pourraient être en court-circuit et des petits circuits intégrés (en général amplificateurs opérationnels délivrant des tensions à l'écran) utilisant par exemple des circuits LM324 ou HX8904 qui pourraient être défectueux.

Si par malchance, les mauvais contacts des films de connexion ne peuvent être mécaniquement réparés ou si la panne ne se situe pas au niveau du circuit imprimé de la dalle, celle-ci provient probablement du panneau LCD ou des circuits « COF » montés sur les films de connexion. La dalle devra donc être remplacée… ou l'appareil revendu pour récupération des pièces.

Liaisons vers la dalle écran

Les pannes dues à la défectuosité des liaisons vers la dalle écran surgissent souvent de façon progressive, soit le fonctionnement est correct puis des lignes ou des aberrations de couleur apparaissent avec l'échauffement de l'appareil, soit c'est le contraire, l'image est correcte à l'allumage puis devient perturbée l'appareil ayant chauffé. Dans tous les cas, ces problèmes ne se répareront pas seuls et plus on attendra pour intervenir, plus les liaisons auront souffert (par oxydation ou combustion de la surface de contact du film, du circuit imprimé ou de la dalle) et plus la réparation deviendra difficile ou impossible. Il est donc important d'agir rapidement si de tels phénomènes apparaissent.

CHAPITRE 5

RÉPARER UN TÉLÉVISEUR À ÉCRAN PLASMA

Les écrans plasma ne sont plus utilisés de nos jours que dans les téléviseurs. Il fut un temps où les ordinateurs portatifs utilisaient des écrans plasma monochromes, souvent orange ; ce temps est révolu, nous nous concentrerons donc sur le cas des téléviseurs. Comme pour les autres téléviseurs, les écrans plasma présentent des circuits de puissance où se manifestent la plupart des pannes.

Ne jetez pas votre téléviseur !

Les téléviseurs, même en panne, peuvent trouver acquéreur pour récupération des pièces. Si vous êtes certain de son bon fonctionnement, la revente d'une dalle écran ou d'une carte sera souvent plus facile et rémunératrice qu'un appareil défectueux entier, notamment en raison des problèmes d'expédition. Pensez aux petites annonces et à vos « confrères » à la recherche de pièces d'occasion, consultez les forums de discussion. Évitez de jeter ce qui peut être encore utilisé !

Particularités de la technologie plasma

Les téléviseurs plasma ont une architecture interne différente de celle des téléviseurs LCD mais ils partagent avec ceux-ci un certain nombre de circuits comme :

- les circuits d'alimentation, souvent plus sophistiqués mais similaires ;
- les circuits de contrôle et de vidéo (carte SSB) utilisés dans les deux types d'appareils sont parfois identiques à plus de 90 %, adaptés à l'un ou l'autre type par modification des paramètres usine du micrologiciel interne et quelques différences au niveau de l'alimentation de la carte de contrôle (T-Con pour les téléviseurs LCD, Logic control pour les téléviseurs plasma) ;
- les circuits de contrôle de l'affichage vidéo qui sont différents dans les deux technologies mais reçoivent les mêmes signaux (interface LVDS) en provenance de la carte SSB.

En revanche, ils ne comportent pas de rétroéclairage donc pas de circuits inverter, mais des circuits spécifiques que nous allons passer en revue.



Notez que les puissances électriques mises en jeu au niveau des écrans plasma sont plus importantes qu'au niveau des écrans LCD. De ce fait, selon le vieil adage qui dit que « ça lâche en priorité là où ça chauffe », les écrans plasma sont un peu plus fragiles sans doute au niveau des pannes électriques.

Un écran de type LCD fonctionne par transparence. Il est constitué de millions de cellules remplies d'un cristal liquide qui est opaque ou transparent sous l'effet d'un champ électrique. Une lumière placée derrière l'écran est transmise ou réfléchie au travers d'un filtre coloré selon l'état du cristal liquide commandé par un signal électrique pour chaque pixel de l'écran. Un pixel est constitué de trois cellules correspondant chacune aux couleurs de base Rouge, Vert et Bleu (RVB).

Un écran plasma, au contraire, ne dispose pas d'une source lumineuse. Il émet lui-même de la lumière au niveau de chaque pixel qui est constitué d'une microcellule par couleur (Rouge, Vert, Bleu) emplie de gaz qui émet un rayonnement ultraviolet sous l'effet d'une tension électrique d'ionisation et excitant un phosphore émettant une lumière colorée (rouge, verte ou bleue).

De ce fait, le fonctionnement d'un écran plasma étant différent, les circuits d'un téléviseur plasma sont différents. Toutefois, les circuits d'alimentation, les circuits de réception et de contrôle (carte SSB) sont similaires, pour ne pas dire identiques parfois car certains constructeurs se servent des mêmes cartes dont seules quelques options pour les écrans LCD ou plasma sont utilisées et câblées, le reste (90 % environ) étant commun aux deux types de téléviseurs. Ainsi, l'alimentation et la carte SSB seront similaires dans les deux types de téléviseurs. C'est pourquoi nous ne reviendrons pas sur ces éléments dans ce chapitre. Notez cependant que les cartes alimentation d'un téléviseur plasma fournissent des tensions en plus grand nombre et comportent des potentiomètres de réglage de certaines tensions importantes pour l'affichage correct des images.

Les cartes inverter et T-Con telles que nous les avons décrites n'existent pas dans la technologie plasma ; en revanche, nous verrons de nouvelles cartes apparaître :

- contrôle logique (proche des cartes T-Con des téléviseurs LCD) et ses buffers d'adressage (X-address) ;
- carte Y-scan ou Y-main ou SC ou Y-sus or Y-drive ;
- carte Z-sustain ou X-main or SS ou X-sus or X-buffer ;
- carte Y-buffers ou SU/SD/SM.

Chaque constructeur utilise sa propre dénomination mais les fonctions restent similaires. Nous passerons en revue, dans ce chapitre, ces différents circuits et leurs particularités. Remarquez que, d'une façon générale, la technologie plasma exige des circuits de contrôle de l'affichage des images plus nombreux et plus complexes que la technologie LCD. Dans la suite de ce chapitre, par souci d'uniformité, nous utiliserons les dénominations suivantes : contrôle logique, X-address, Y-scan et Z-sustain.

Fonctionnement simplifié d'un écran plasma

Un écran plasma est constitué de millions de petites cellules contenant chacune un gaz et des électrodes de contrôle. Il y a en pratique trois électrodes par cellule : deux disposées selon l'axe Y (Y-scan et Z-sustain) et une selon l'axe X (X-address). Le tout forme une matrice comportant autant de fois trois cellules (RGB) que de points de définition de l'écran.

Les électrodes d'adressage (X-address) sont constituées de conducteurs verticaux situés à l'arrière des cellules. Les électrodes de scan (Y-scan) et les électrodes de maintien (Z-sustain) sont situées à l'avant des cellules et constituées de conducteurs transparents horizontaux. Les lignes Y-scan sont

au nombre de 768 ou 1 080 dans les écrans HD et sont toutes séparées électriquement. Les lignes Z-sustain sont également au nombre de 768 ou 1 080 mais elles sont toutes reliées en parallèle ou en deux groupes (lignes paires et lignes impaires). Ainsi, un écran Full HD 1 080 comportera :

1 920 × 1 080 soit 2 073 000 pixels de 3 cellules,

soit au total 6 220 800 cellules comportant chacune trois électrodes. Selon l'axe Y, Il y aura 1 080 lignes Y-scan et 1 080 lignes Z-sustain, tandis qu'il y aura 1 920 × 3 soit 5 760 colonnes d'adressage selon l'axe X.

Ymain et Xmain

On trouve souvent les termes Ymain et Xmain pour désigner respectivement les lignes et circuits Y-scan et Z-sustain, ce qui augmente la confusion, les lignes Xmain étant disposées selon l'axe Y.

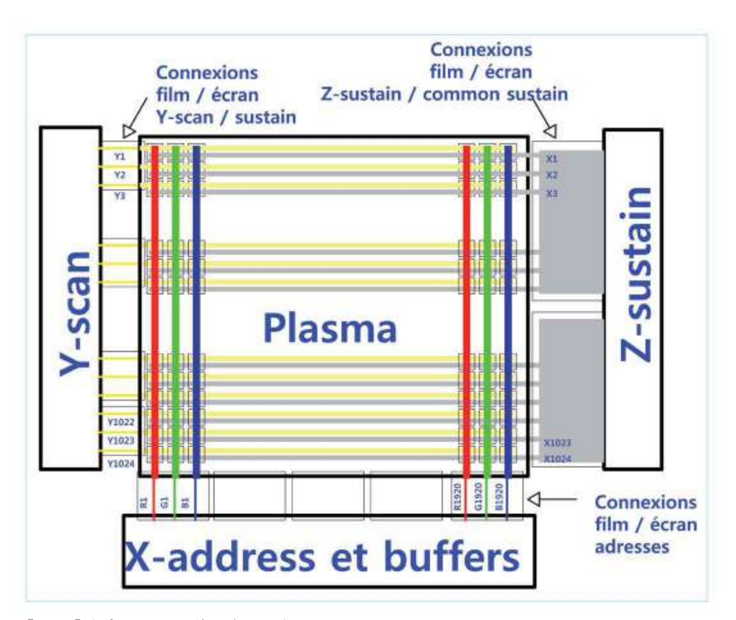


Figure 5-1. Synoptique d'un écran plasma

Notez que les lignes d'adressage (au nombre de 1 920 × 3 soit 5 760) sont commandées par les « Xaddress-buffers » au travers de circuits intégrés de type COF *(Chip On film)* soudés sur les films de connexion à la dalle plasma. Les lignes Y-scan, au nombre de 1 024, sont connectées directement aux cartes Y-buffers. Les lignes Z-sustain sont connectées toutes en parallèle à la carte Z-sustain.

Nous venons de le voir, une dalle plasma comporte plus de connexions par film qu'une dalle LCD/LED. De plus, la puissance fournie aux signaux pilotant les électrodes Y-scan et Z-sustain est importante. Cela rend les dalles plasma très sensibles aux mauvaises liaisons films/dalle. En revanche, la dalle étant en verre rigide, les connexions sont moins soumises aux contraintes mécaniques. Globalement, on peut dire qu'il n'y a pas de risque plus important de rencontrer des mauvaises connexions sur un écran plasma que sur un écran LCD.

Les circuits de contrôle et de pilotage d'un écran plasma sont en charge de fournir les signaux correspondant à l'affichage d'une image à chacune des électrodes de la matrice de cellules plasma.

Il faut aussi savoir que l'affichage d'une image complète se fait couramment en 8 ou 10 étapes successives de 8 ou 10 sous-images superposées dont la durée d'allumage varie de 1 à 256 ou 1 024 fois. Ainsi la luminosité résultante est modulée. Ces sous-images (appelées *sub-frames* qu'on peut traduire par sous-images ou sous-trames) se succèdent durant l'affichage d'une image. En raison de la persistance rétinienne de l'œil humain, elles se superposent aux yeux du téléspectateur et permettent ainsi d'obtenir une gamme de couleurs et une étendue de variations de contraste adéquates. L'affichage d'une sous-trame (8 ou 10 par image) se fait en trois étapes.

1 Effacement (reset) : extinction de tous les pixels.

2 Adressage (mur de charge) : préparation des pixels à être allumés ou éteints.

3 Maintien (sustain) : allumage des pixels et contrôle contraste/couleurs.

Ce cycle se répète indéfiniment pour chaque sous-trame de l'image en fonction du contenu à visualiser. Il s'agit donc d'un cycle durant le temps de transmission d'une image entière soit 24, 25 ou 30 fois par seconde selon le standard de transmission (cinéma, Europe, USA-Japon, etc.).

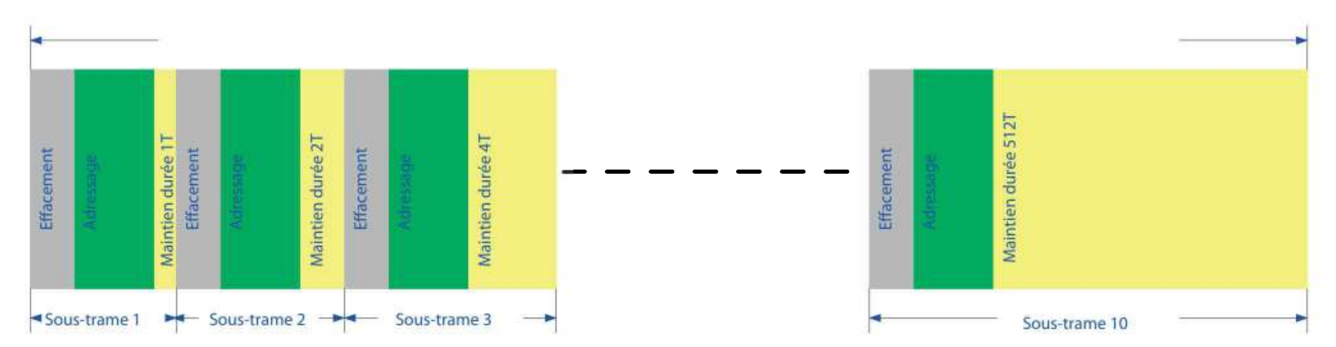


Figure 5-2. Cycle d'affichage d'une image en 10 sous-trames sur un écran plasma

Dans la figure 5-2, on remarque que les temps d'effacement (reset) et d'adressage sont constants pour chaque sous-trame alors que les temps de maintien (sustain) sont, eux, variables permettant de moduler la luminosité et les couleurs affichées de l'image résultante. Ce procédé a pour avantage d'assurer une fluidité parfaite des images.

Effacement

La phase d'effacement permet de réinitialiser au noir (extinction), tous les pixels de l'écran en préparation de l'affichage de l'image suivante. L'effacement se fait en appliquant une combinaison de signaux aux électrodes Y-scan et Z-sustain. La forme et la durée des signaux est variable selon les fabricants des dalles plasma. Un exemple de forme des signaux appliqués est donné plus loin.

Adressage

La phase d'adressage sert à préparer l'affichage de chaque sous-trame de l'image en induisant une charge électrique à chaque cellule qui devra être allumée, rendant ainsi les cellules conductrices.

Cette charge peut demeurer plusieurs minutes dans chaque cellule. Cette phase s'appelle « mur de charge », l'empreinte de l'image étant ainsi mémorisée sur toute la surface de l'écran. La charge appliquée est suffisamment importante pour rendre la cellule conductrice mais ne permet pas la création d'un rayonnement ultraviolet. Chaque cellule demeure donc éteinte à l'issue de cette phase.

La phase d'adressage se fait ligne après ligne pour l'ensemble de la sous-trame. Pour chaque ligne, une combinaison de signaux est appliquée à chaque cellule de la façon suivante :

- on porte les lignes d'adressage des pixels qui devront être allumés à la tension V_{adr} d'environ 50 à 70 V ;
- l'ensemble des lignes Y-scan est porté à un potentiel positif proche ou égal à V_{adr}, sauf la ligne Y-scan correspondant à la ligne en cours d'adressage qui est portée à un potentiel nul ou négatif ;
- les lignes Z-sustain sont maintenues à une tension égale ou supérieure à V_{adr} durant toute la phase d'adressage.

Ainsi, ligne par ligne, une charge est appliquée à chaque cellule de sous-pixel (rouge, vert ou bleu) qui doit être allumé lorsque son électrode d'adressage est portée à la tension V_{adr} et son électrode Y-scan est portée à la tension 0 V (GND). La tension V_{adr} est suffisamment élevée pour rendre les cellules conductrices (ionisées) mais sans leur permettre d'émettre de rayonnement. Ce mur de charge imprime donc une image « binaire » de l'image attendue sans la rendre visible.

Maintien

Les cellules ayant été préparées à être allumées ou éteintes, on va maintenant devoir allumer et moduler la luminosité de chaque cellule préparée précédemment. Ainsi, image par image, on va appliquer une combinaison de signaux qui aura pour effet d'allumer les cellules rendues fortement conductrices durant la phase d'adressage, mais de ne pas agir sur celles qui n'auront pas été chargées (non adressées). Afin de pouvoir moduler la lumière émise par les couches photophores sollicitées par le rayonnement ultraviolet émis, chaque sous-trame de l'image utilisera une phase de maintien (sustain) de durée variable croissant de 1 à 128 (8 sous-trames) ou 512 (10 sous-trames) permettant ainsi de moduler la brillance de chaque pixel telle que perçue par l'œil.

On verra ainsi des téléviseurs annonçant des fréquences de rafraîchissement de 600 Hz, mais en fait il s'agira de la division en 10 sous-trames d'une image diffusée en 60 demi-images par seconde (USA-Asie).

Pour réaliser l'opération de maintien, on appliquera des signaux alternatifs en opposition de phase sur les électrodes Y-scan et Z-sustain. Les signaux appliqués ont une tension V_{sus} de l'ordre de 190 à 210 V. Les cellules précédemment chargées vont émettre de la lumière tandis que celles qui n'avaient pas été excitées durant la phase d'adressage resteront éteintes. Pour illustrer ce propos, voici un exemple de ce que serait, pour une sous-trame, la séquence {Effacement, Adressage de deux sous-pixels superposés et Maintien} (voir figure 5-3).

En réalité, les lignes d'adressage sont au nombre de 1 920 × 3 et celles de scan de 1 080 pour une TV HD1080. Aussi, il s'agit d'une représentation simplifiée donnant un aperçu de la forme attendue des signaux mis en jeu. Par ailleurs, chaque fabricant de dalle plasma utilise des formes d'ondes et tensions différentes, cet exemple se rapproche de ce qu'on peut observer dans un téléviseur d'une grande marque très connue.

Effacement
Adressage sous-trame
Maintien (sustain)
Y-scan
Yn
Vset
Adressage ligne n
+Vs
-Vs
Yn+1
Adressage ligne n+1
+Vs
-Vs
Z-sustain
+Ve
-Vs
+Vs
+Ve
-Vs
+Vs
Address data sous-pixel p
Va

Figure 5-3. Signaux de commande d'affichage de deux sous-pixels superposés de deux lignes consécutives d'un écran plasma

Nous verrons ci-après la façon dont les circuits de pilotage de la dalle plasma sont constitués afin de pouvoir appréhender leur dépannage.



Le fonctionnement décrit précédemment est un fonctionnement théorique de la technologie ADS *(Address Display Separation)*. En effet, chaque fabricant de dalle plasma ayant son propre jeu de signaux correspondant à la topologie des cellules de la dalle, les mesures à l'oscilloscope peuvent diverger quelque peu des signaux théoriques décrits, mais l'approche reste la même. En outre, les circuits ERC *(Energy Recovery Circuit)* modifient les formes des signaux transmis à la dalle.

Architecture des téléviseurs plasma

La figure 5-4 illustre l'architecture typique des éléments majeurs d'un téléviseur plasma. On y retrouve, comme dans les téléviseurs LCD/LED, l'alimentation, la platine principale (carte SSB) assurant la réception et le décodage des signaux vidéo et son, ainsi que le contrôle global du récepteur.

Le bloc « contrôle logique » assure la fonction de transcodage des signaux vidéo numériques (interface LVDS identique à celle d'un téléviseur LCD) et leur distribution aux trois blocs de contrôle des électrodes de la dalle plasma :

- Xaddress-buffers pilotant les lignes d'adressage selon l'axe X de la dalle ;
- Y-scan et Y-buffers pilotant les lignes Scan-sustain selon l'axe Y de la dalle ;
- Z-sustain pilotant les lignes Common-sustain selon l'axe Y de la dalle.

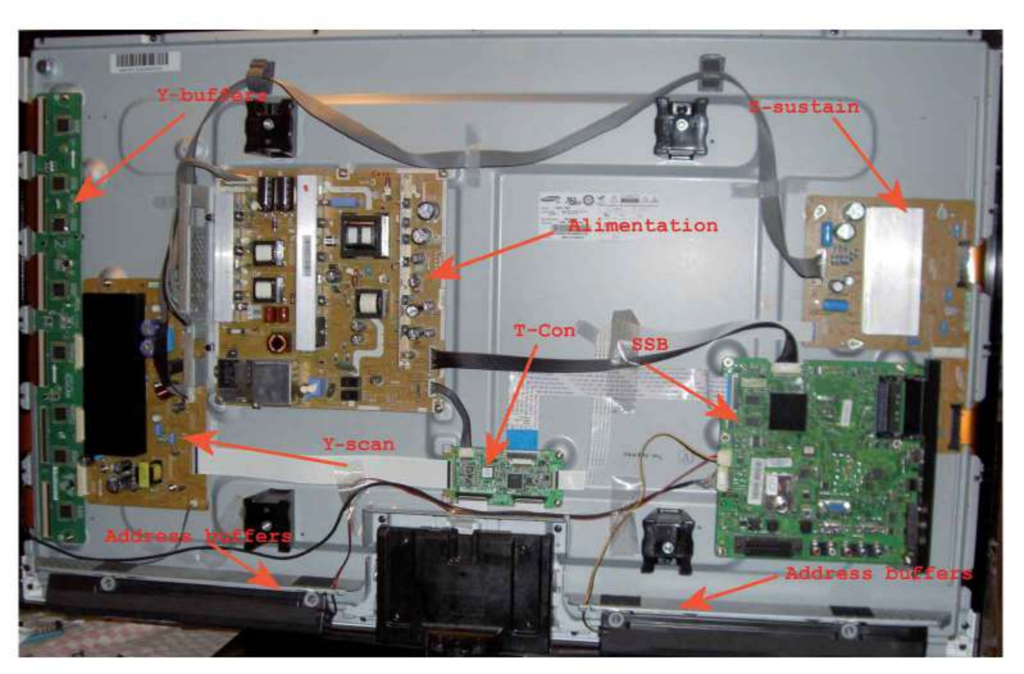


Figure 5-4. **Différentes parties d'un téléviseur plasma**

Notez que parfois la partie Z-sustain est divisée en deux cartes (maître et esclave) pilotant chaque moitié verticale des électrodes Z-sustain. De même, la section Y-buffers est parfois divisée en deux cartes appelées Y-buffer lower et Y-buffer upper se chargeant chacune de la moitié verticale des électrodes Y-scan. Enfin, il existe également des configurations où les circuits tampons (buffers) sont intégrés à la carte Y-scan. Cette dernière configuration est plus économique à produire, mais elle présente l'inconvénient, en cas de panne, de devoir changer une seule carte qui est beaucoup plus onéreuse.

Affichage des dalles plasma

Dans l'ordre décroissant, les circuits pilotant l'affichage des dalles plasma le plus souvent mis en cause sont :

- la ou les carte(s) Y-buffers ;
- la carte Y-scan (ou Ymain) ;
- la ou les carte(s) Z-sustain (ou Xmain) ;
- la ou les carte(s) Xaddress-buffers ;
- la carte Logic control (ou T-Con) ;
- la carte SSB.

N'oublions pas naturellement les cartes alimentations toujours très sensibles aux pannes en raison des puissances mises en jeu.

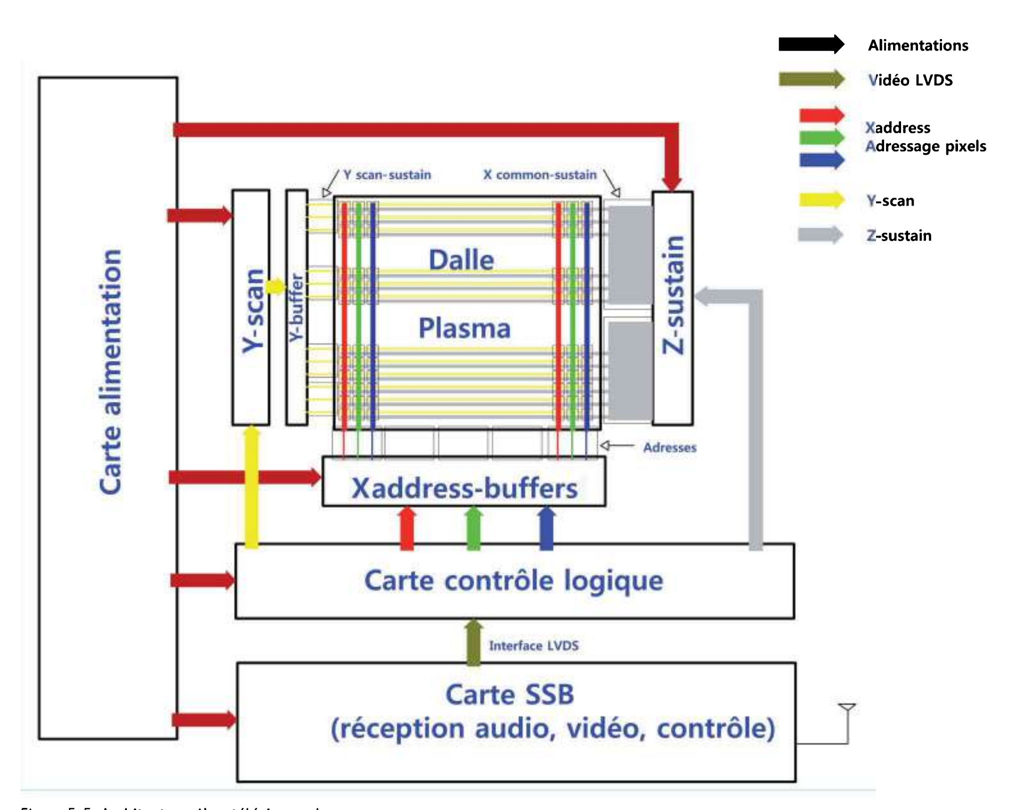


Figure 5-5. **Architecture d'un téléviseur plasma**

Connaissant dans ses grandes lignes le fonctionnement d'un écran plasma et l'architecture générale d'un téléviseur, nous allons maintenant passer au démontage de ces téléviseurs pour pouvoir les réparer.

Démontage des téléviseurs plasma

Comme pour les téléviseurs LCD/LED, il ne peut y avoir de réel dépannage d'un téléviseur plasma sans envisager le démontage de l'appareil, afin de contrôler visuellement les différentes parties du téléviseur, mais aussi accéder aux circuits et effectuer quelques mesures avant plus ample investigation.

Rappelons-nous que l'inspection visuelle de l'intérieur d'un appareil donne souvent des indications importantes pour la suite. Aussi le démontage doit-il être effectué avec précaution en restant attentif à tout indice comme des traces d'écoulement ou de surchauffe, ou les marques d'arc électrique et bien entendu l'aspect des composants.

Reportez-vous au chapitre 4 traitant des téléviseurs LCD/LED pour plus de détails sur ce que vous devez examiner avant tout. En lui-même, le démontage d'un téléviseur plasma ne présente pas de difficulté particulière, toutefois souvenez-vous que le téléviseur plasma est en général plus lourd qu'un téléviseur LCD/LED – en particulier les téléviseurs les plus anciens où foisonnaient les blindages des circuits à l'aide de capots métalliques protecteurs épais.

Par ailleurs, contrairement à un écran LCD dont le sandwich est constitué par des éléments relativement (très relativement !) souples, une dalle plasma est avant tout constituée de deux plaques de verre épais et rigide, qui retiennent le gaz dans les capsules formant les pixels. Une dalle plasma ne tolérera aucune contrainte mécanique durant le transport ou le démontage. De ce fait, le démontage sera plus fastidieux et long, et demandera plus de précautions quant à la position du téléviseur lors de son démontage.

Diagnostic des défaillances des téléviseurs plasma

Comme nous l'avons évoqué, un téléviseur plasma met en jeu de nombreux circuits de puissance (cartes Y-scan, Y-buffers et Z-sustain), en dehors de ceux propres à son alimentation. Les circuits de contrôle *(Logic control)* ainsi que les Xaddress-buffers mettent en jeu des puissances plus modestes mais peuvent subir le contrecoup de la destruction des circuits de puissance (effet domino).

Dans l'ensemble des circuits en lien direct avec la dalle plasma, on trouve des tensions élevées, mais aussi des vitesses de commutation des signaux importantes, augmentant la fragilité de leurs circuits.



Là où il y a mise en jeu de circuits de puissance, il y a fragilité. C'est donc dans ces circuits qu'il faudra rechercher en priorité les causes des pannes.

LE TÉLÉVISEUR NE S'ALLUME PAS DU TOUT

C'est d'abord du côté de l'alimentation principale de l'appareil qu'il faudra investiguer mais attention, comme les trains, une panne peut en cacher une autre ! La défaillance de l'alimentation principale peut (et ce sera souvent le cas) être consécutive à une défaillance des autres circuits de puissance du téléviseur (Y-scan et Z-sustain en particulier). En effet, des circuits de protection sont utilisés pour

protéger la dalle en cas de détection de tensions ou courants trop importants et mettent l'alimentation hors circuit en cas de faute détectée. Il faudra déterminer si l'alimentation est déficiente par elle-même ou si elle est perturbée (mise en sécurité) par un défaut dans le reste de l'appareil.

LE TÉLÉVISEUR S'ALLUME, MAIS IL N'Y A NI SON NI IMAGE

Reportez-vous dans ce cas de figure au chapitre 4 traitant des téléviseurs LCD/LED car la panne provient probablement des circuits de réception de la carte SSB.

LE TÉLÉVISEUR S'ALLUME, MAIS SEUL LE SON FONCTIONNE

Deux cas peuvent se présenter.

- La dalle émet de la lumière, est sombre ou de couleur uniforme. Il y a fort à parier que la carte SSB ou la carte Logic control soit en cause. Comme pour les téléviseurs LCD, on vérifiera la présence des signaux LVDS qui permettraient de disculper, *a priori*, la carte SSB.
- La dalle reste éteinte (cas très fréquent). On pourra à nouveau vérifier la présence des signaux LVDS en provenance de la carte SSB, mais il y a une forte probabilité pour que le défaut provienne d'une carte de pilotage Y-scan et/ou la carte Y-buffers ou Z-sustain, et plus rarement des buffers d'adressage. L'alimentation n'est en effet pas mise en sécurité car il n'y a ni surtension ni surintensité détectée car les circuits ne fonctionnent pas.

LE TÉLÉVISEUR S'ALLUME NORMALEMENT (ÉLECTRIQUEMENT) MAIS PRÉSENTE D'AUTRES DYSFONCTIONNEMENTS

L'alimentation est donc *a priori* hors de cause ; il faut une fois encore s'empresser de vérifier la valeur des tensions délivrées (multimètre) et leur propreté (oscilloscope) afin de disculper définitivement l'alimentation.



Souvenez-vous que des tensions dangereuses sont présentes au niveau des circuits de pilotage de l'affichage et des alimentations des téléviseurs plasma.

Plusieurs cas se présentent alors :

- si le son est mauvais, reportez-vous au chapitre 4 ;
- si l'image est mauvaise, on procédera comme d'habitude à une vérification minutieuse des tensions d'alimentation et en particulier des tensions nécessaires au fonctionnement des circuits de contrôle de l'affichage, en plus des tensions habituelles comme dans les téléviseurs LCD/LED.

Il faut savoir que chaque dalle possède ses propres valeurs de tensions nécessaires à son bon fonctionnement. Ces dernières sont toujours indiquées sur une étiquette collée au dos de la dalle. Il faut donc en tout premier lieu vérifier les valeurs indiquées et leur stabilité.



Figure 5-6. Étiquette informative des tensions requises pour une dalle plasma

D'une manière générale, en considérant que les tensions d'alimentation sont présentes et correctes, on distinguera les défauts en se basant sur le nombre et la position des films de connexion des cartes d'affichage à la dalle pour déterminer les zones d'influence respectives de chaque carte. Bien que la valeur de V_e soit indiquée à zéro, la documentation est précise à ce sujet indiquant une tension de 100 V par rapport à la masse pour ce téléviseur. La raison est sans doute que V_e est une tension de référence pour les cartes Y-scan, Y-buffers et Z-sustain égale à 100 V environ et peu critique pour le fonctionnement de la dalle plasma. Mais ceci n'est qu'une supposition qui n'engage que moi !



Figure 5-7. Localisation des zones d'un écran plasma

Ainsi, un défaut présent dans toute la bande horizontale 2 et uniquement dans cette bande, mettrait *a priori* en cause le circuit de la carte Y-buffers qui alimente cette partie de l'écran. On pourra bien

entendu trouver des cas où le défaut provient en amont de ce circuit (carte Y-scan ou T-Con) mais il n'y a vraiment aucune raison pour que le défaut se situe dans la carte des Xaddress-buffers ou Z-sustain.

- Image brouillée sur toute sa surface, image non reconnaissable – Dans ce cas, la recherche devra se faire en priorité vers les cartes SSB et Logic control mais les cartes Xaddress-buffers, Y-scan ou Z-sustain pourraient également être en cause.
- Image possédant un défaut sur toute sa surface, mais l'image est reconnaissable – Dans ce cas, la recherche devra se faire en priorité vers les cartes Z-sustain et Logic control mais les cartes Xaddress-buffers, Y-scan ou Y-buffers pourraient également être en cause.
- Image possédant un défaut localisé selon une ou plusieurs bandes horizontales étroites – Un tel défaut semble être dû à un ou plusieurs circuits tampons des cartes Y-buffers ou aux connexions entre la carte Y-buffers et les électrodes Y-scan de la dalle, celles-ci étant réalisées par des films regroupant 64 lignes voire davantage.
- Image possédant un défaut localisé dans la moitié horizontale basse ou haute de l'écran – Les connexions entre les électrodes de maintien (sustain) de la dalle et les circuits Z-sustain étant toutes reliées ensemble mais souvent divisées en deux parties (moitié supérieure et moitié inférieure de l'écran), c'est *a priori* dans ces circuits ou leurs connexions à la dalle que se trouvera la panne.
- Image possédant un défaut localisé selon une ou plusieurs bandes verticales – Les connexions entre les électrodes d'adressage de la dalle et les circuits des tampons d'adressage (Xaddress-buffers) étant réalisées par groupes de 64 pixels ou plus, c'est *a priori* dans ces circuits que se trouvera la panne. Les circuits montés sur les films de connexion peuvent également être à l'origine d'un tel défaut. Dans ce cas, aucune réparation n'est possible, la dalle est à changer.



La carte de contrôle logique (Logic control ou T-Con) délivrant les signaux à l'ensemble des circuits pilotant les électrodes de la dalle plasma, celle-ci pourra être dans tous les cas responsable d'une panne. Il est cependant rare qu'un défaut n'affectant qu'une partie de l'image soit dû à la carte de contrôle logique.

- Autres symptômes – Il est impossible de répertorier tous les symptômes que peuvent présenter des appareils en panne. Rappelons simplement que des pannes sont très souvent dues à des tensions incorrectes ou très bruitées. Il faut donc tout vérifier dans les cartes constituant l'appareil, ce qui s'avère fastidieux mais souvent bénéfique.
  Les pannes les plus fréquemment rencontrées sont dues à la défectuosité des condensateurs électrochimiques de filtrage des tensions d'alimentation. On constate souvent que certains de ces condensateurs sont « gonflés », ce qui est un signe certain de leur défectuosité mais l'absence de défaut visuel ne signifie pas pour autant leur bon état. Il sera toujours utile de vérifier le filtrage correct des lignes d'alimentation.

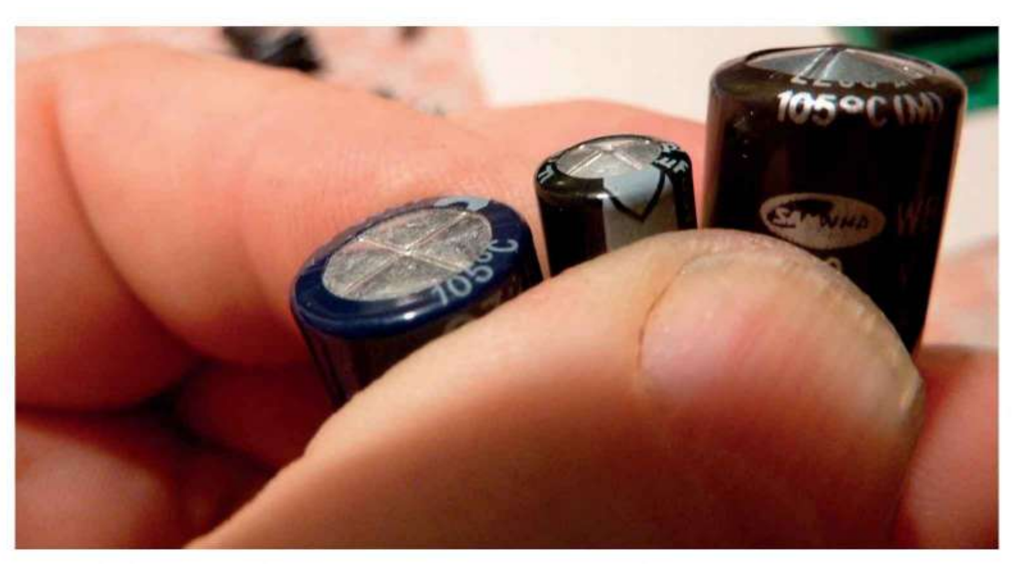


Figure 5-8. Condensateurs électrochimiques : les deux à droite sont anormalement gonflés

Vérification et dépannage des circuits spécifiques

Il existe de nombreux circuits identiques dans les téléviseurs LCD/LED et plasma. Aussi, je renvoie le lecteur au chapitre précédent pour y retrouver les informations concernant les circuits communs (alimentations, cartes SSB). Nous nous limiterons donc dans cette section à la revue des circuits spécifiques aux téléviseurs plasma. Ces derniers sont :

- logique de contrôle (appelée également T-Con) ;
- tampons d'adressage (« Xaddress-buffers ») ;
- Y-scan ;
- Y-buffers ;
- Z-sustain.

Les alimentations restent identiques dans leurs principes à celles utilisées dans les téléviseurs LCD/LED. Toutefois, notez que les tensions spécifiques au fonctionnement de la dalle plasma sont réglables. Par ailleurs, les téléviseurs plasma consommant davantage d'énergie que les téléviseurs LCD/LED, le respect des normes en vigueur exige de munir les alimentations de circuits de correction du facteur de puissance (PFC) plus performants que ceux qu'on trouve dans les alimentations des téléviseurs LCD/LED.

Ces derniers ont en général des systèmes de correction dits « passifs », relativement peu performants, alors que les téléviseurs plasma exigent des circuits de correction dits « actifs ». Ces différents circuits sont décrits dans le chapitre 8 relatif aux alimentations à découpage.

Chaque dalle plasma possède son propre jeu de tensions pour fonctionner correctement. Ces tensions sont réglables soit sur la carte alimentation, soit sur les cartes Y-scan ou Z-sustain.





Figure 5-9. **Réglages de V_s et V_a sur carte d'alimentation**

D'une manière générale, il faut savoir que les cartes qui pilotent l'affichage d'une dalle plasma font partie des éléments intégrés à la dalle et, à ce titre, sont rarement documentées. Leurs schémas sont quasiment inexistants et leurs composants souvent difficiles voire impossibles à trouver pour certains. Cela rend le dépannage au niveau composant difficile, il sera souvent nécessaire de trouver des cartes complètes pour dépanner un écran plasma. Heureusement, ces cartes sont vendues séparément des écrans.

Signaux de test

Certains téléviseurs proposent des signaux de test de type mire TV très utiles dans le menu service. Ces procédures et la façon d'y accéder sont documentées dans les manuels de service/maintenance. En l'absence d'une telle documentation, référez-vous au manuel d'un autre téléviseur de la même marque produit à la même période : vous y trouverez des procédures identiques ou voisines.

VÉRIFICATION ET DÉPANNAGE D'UNE CARTE DE CONTRÔLE LOGIQUE (T-CON)

Tout comme pour les cartes T-Con des téléviseurs LCD, rarement documentées, ces cartes, ne le sont pas davantage et, lorsqu'elles présentent un défaut, elles seront très difficiles à réparer. On se contentera souvent de vérifier les alimentations distribuées par ces cartes et la présence des signaux de sortie vers les cartes Y-scan, Z-sustain et les Xaddress-buffers. Il sera aussi malaisé de diagnostiquer avec certitude que la défaillance rencontrée sur un téléviseur plasma provient bien ou non de sa carte T-Con. C'est souvent en la remplaçant qu'on pourra être sûr de son état.

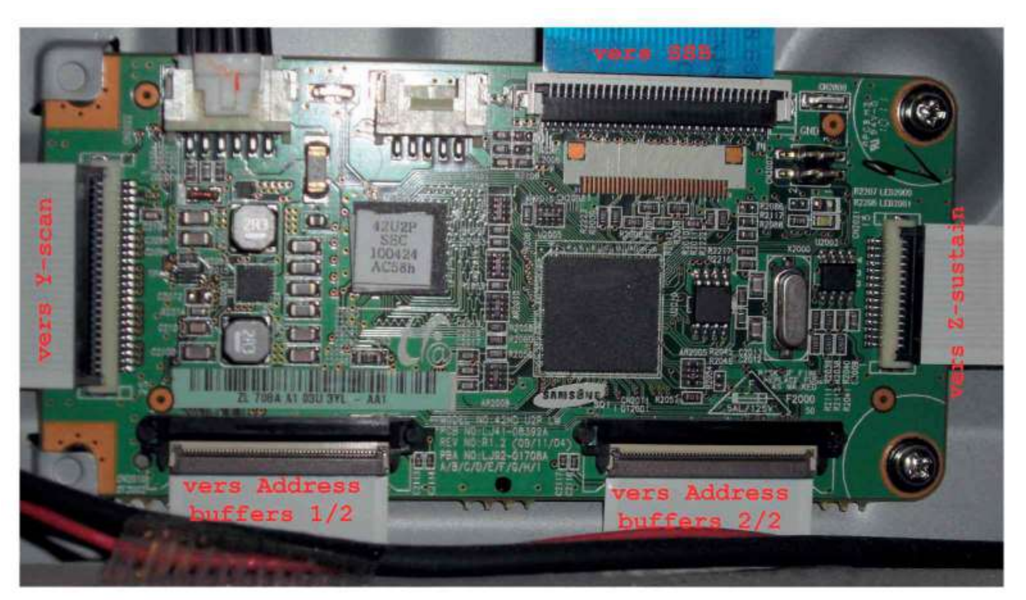


Figure 5-10. Carte de contrôle logique (T-Con) de téléviseur plasma

À la différence des cartes T-Con pour téléviseurs LCD, une carte T-Con de téléviseur plasma comporte un plus grand nombre de connexions vers les cartes de pilotage de la dalle écran. Ci-après, une vue de l'architecture générale d'une carte T-Con pour écran plasma.

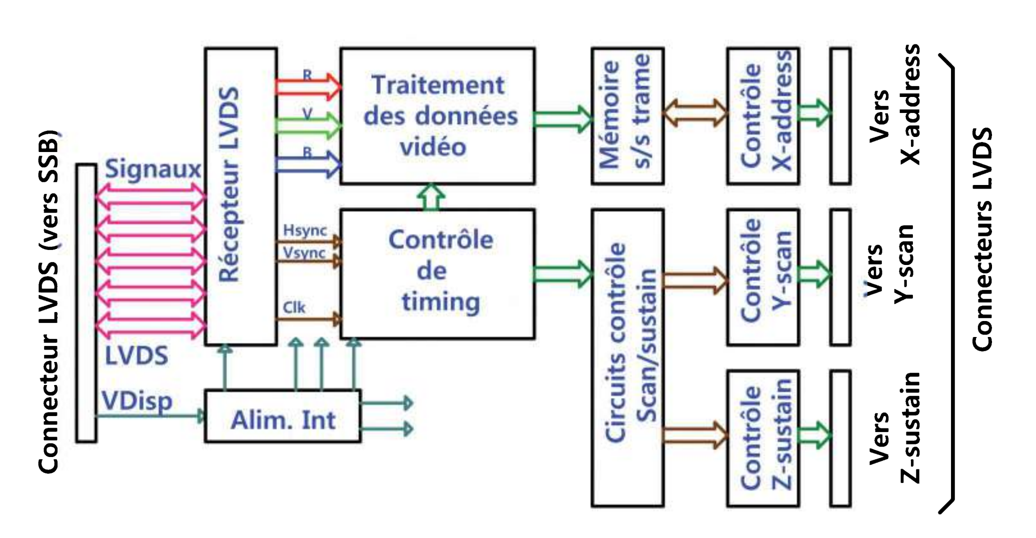


Figure 5-11. Synoptique d'une carte de contrôle logique de dalle plasma

En raison de l'absence de documentation et de l'utilisation de composants très spécifiques difficiles à remplacer, le dépannage au niveau composant reste des plus difficiles, mis à part la recherche de court-circuit ou d'alimentations internes défaillantes. En cas de panne, le plus simple sera de se

procurer une carte d'occasion relativement facile à trouver sur Internet. Certaines cartes intègrent des procédures permettant de tester la carte T-Con de façon autonome en déconnectant la carte SSB. Ces procédures délivrant des mires de test sont documentées dans les manuels de maintenance et permettent de diagnostiquer plus finement les causes des défauts d'affichage lorsqu'il y a présence d'image bien entendu.

De même, certains téléviseurs intègrent des mires de test dans leur menu service qui est documenté dans le manuel de maintenance de l'appareil.

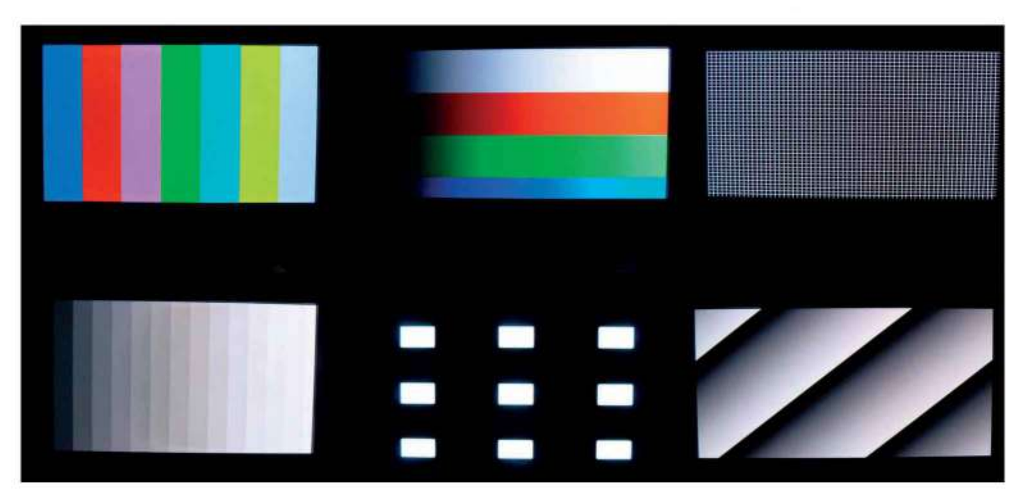


Figure 5-12. **Exemple de six mires générées dans le menu service d'un téléviseur plasma**

Notez qu'il existe parfois des points des tests mettant à disposition du dépanneur des signaux qu'on peut utiliser pour synchroniser un oscilloscope lors de l'observation des signaux d'affichage.



Figure 5-13. **Point de test sur carte T-Con (synchronisation trame)**

VÉRIFICATION ET DÉPANNAGE D'UNE CARTE BUFFERS D'ADRESSAGE X

Souvenez-vous que l'adressage X se fait par le biais des cartes d'adressage X (Xaddress-buffers) qui envoient leurs signaux vers les films de connexion à la dalle (généralement situés en dessous de la dalle). Ces films comportent des circuits démultiplexeurs de type COF (situés sur le film de connexion). Ces derniers ne sont pas remplaçables, dans ce cas la dalle plasma est à changer.

Il se peut aussi qu'un défaut d'adressage X provienne d'une mauvaise soudure des nappes de connexion sur la dalle. On pourra alors tenter une réparation par appui mécanique des films sur la dalle comme expliqué plus loin et comme cela a déjà été détaillé dans le chapitre 4 consacré aux téléviseurs LCD/LED.

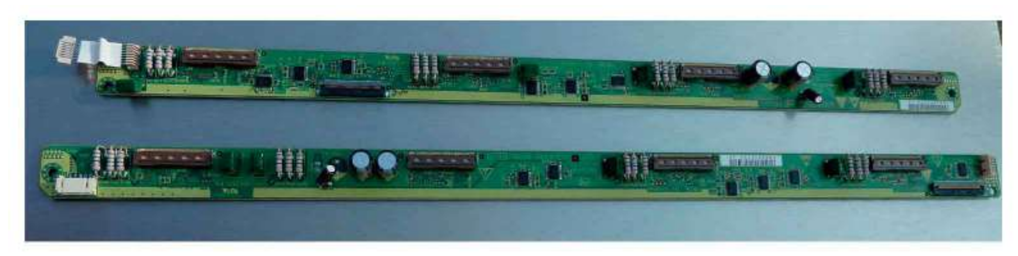


Figure 5-14. **Carte Xaddress-buffers pour chaque moitié d'écran**

Les défauts sont généralement assez rares dans les circuits d'adressage X en raison des tensions modérées et des faibles courants injectés aux électrodes Xaddress. Ces cartes sont constituées de « transceivers » de type TTL fonctionnant sous une tension d'alimentation de 5 V comme le 74HCT244 ou le 74HCT245 qui sont des circuits très robustes. Un grave défaut des autres platines de contrôle (Y-scan ou Xmain) peut aussi parfois entraîner la défaillance de la carte T-Con ou sa destruction. En effet, cette dernière pourrait alors propager des tensions élevées fatales aux buffers Xaddress, mais cela reste exceptionnel et, en ce cas, autant renoncer à tout dépannage étant donné l'étendue des circuits défaillants.

Si, en revanche, une bande verticale présente des défauts d'affichage, on recherchera par comparaison si la sortie des signaux vers la nappe de connexion correspondante est *a priori* conforme comparativement aux signaux aboutissant aux autres nappes pour lesquelles l'image est correcte. L'utilisation d'un signal de mire de type barres horizontales noires et blanches devrait générer des signaux identiques sur toute les sorties vers la dalle. On pourra pour cela utiliser un ordinateur PC connecté au téléviseur et exécuter un logiciel de mire TV donnant une image sur toute la surface de l'affichage comme Genemire.

Si les signaux sont absents ou très fortement différents, on incriminera le circuit correspondant (circuit registre) dont on vérifiera l'entrée. Si l'entrée semble conforme, le problème est *a priori* au niveau de ce circuit. Dans le cas contraire, c'est au niveau de la carte T-Con ou de la liaison qui en provient qu'il faudra rechercher le problème.

Pour valider le fonctionnement d'une carte Xaddress-buffers, on procédera aux vérifications visuelles habituelles (échauffements, soudures, etc.), puis on s'attachera à :

- vérifier la validité des tensions d'alimentation des circuits logiques et V_a la tension d'adressage ;

- vérifier les sorties des circuits « transceivers » pour la portion verticale de l'écran en défaut :
  - si les signaux sont présents, on contrôlera les contacts des films de connexion avec la dalle en les faisant bouger ;
  - en l'absence de réaction, c'est la dalle qui est vraisemblablement défectueuse, sinon on tentera une réparation de la dalle (voir ci-après) ;
- si les signaux sont absents en sortie des « transceivers », on vérifiera les entrées ;
- si les entrées sont correctes, on vérifiera les signaux de commandes du « transceiver » et s'ils sont *a priori* corrects, on remplacera le circuit intégré.

VÉRIFICATION ET DÉPANNAGE D'UNE CARTE Y-SCAN

Les cartes Y-scan font partie des cartes fréquemment mises en cause lors des pannes d'affichage des écrans plasma : ce sont en effet des circuits fragiles car ils véhiculent des signaux rapides sous des tensions et des puissances élevées. Rappelons que chez certains constructeurs, ces cartes sont aussi appelées YMain.

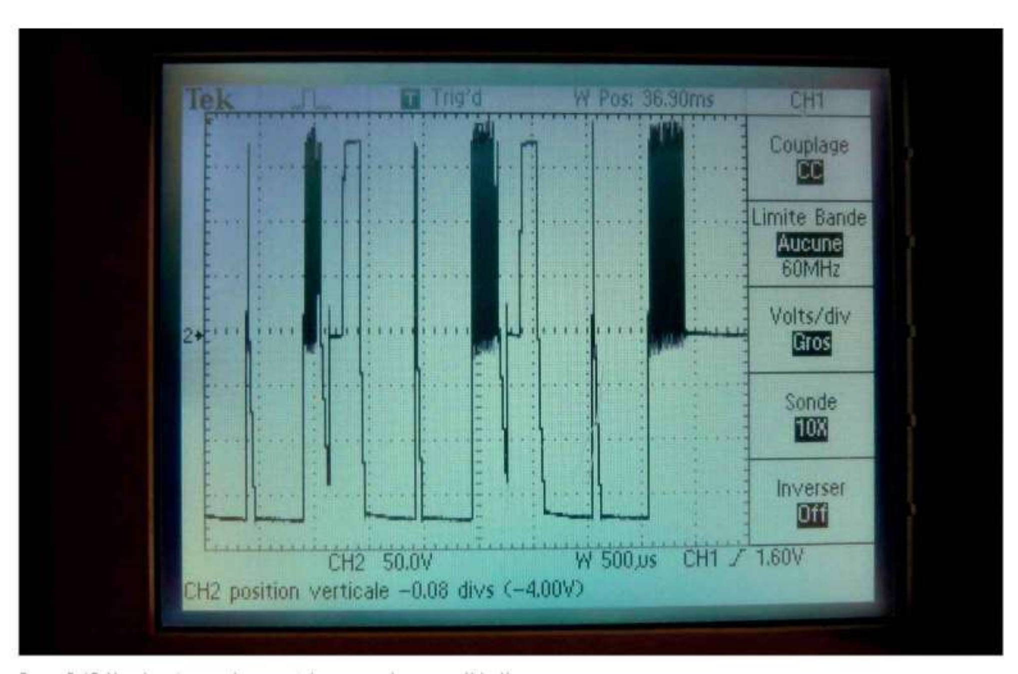


Figure 5-15. **Vue des signaux du potentiel commun des cartes Y-buffers**



Les cartes Y-scan utilisent des tensions élevées dangereuses pour l'homme. Leurs connexions aux cartes Y-buffers ne font en général pas référence à la masse mais à une tension pulsée assez élevée.

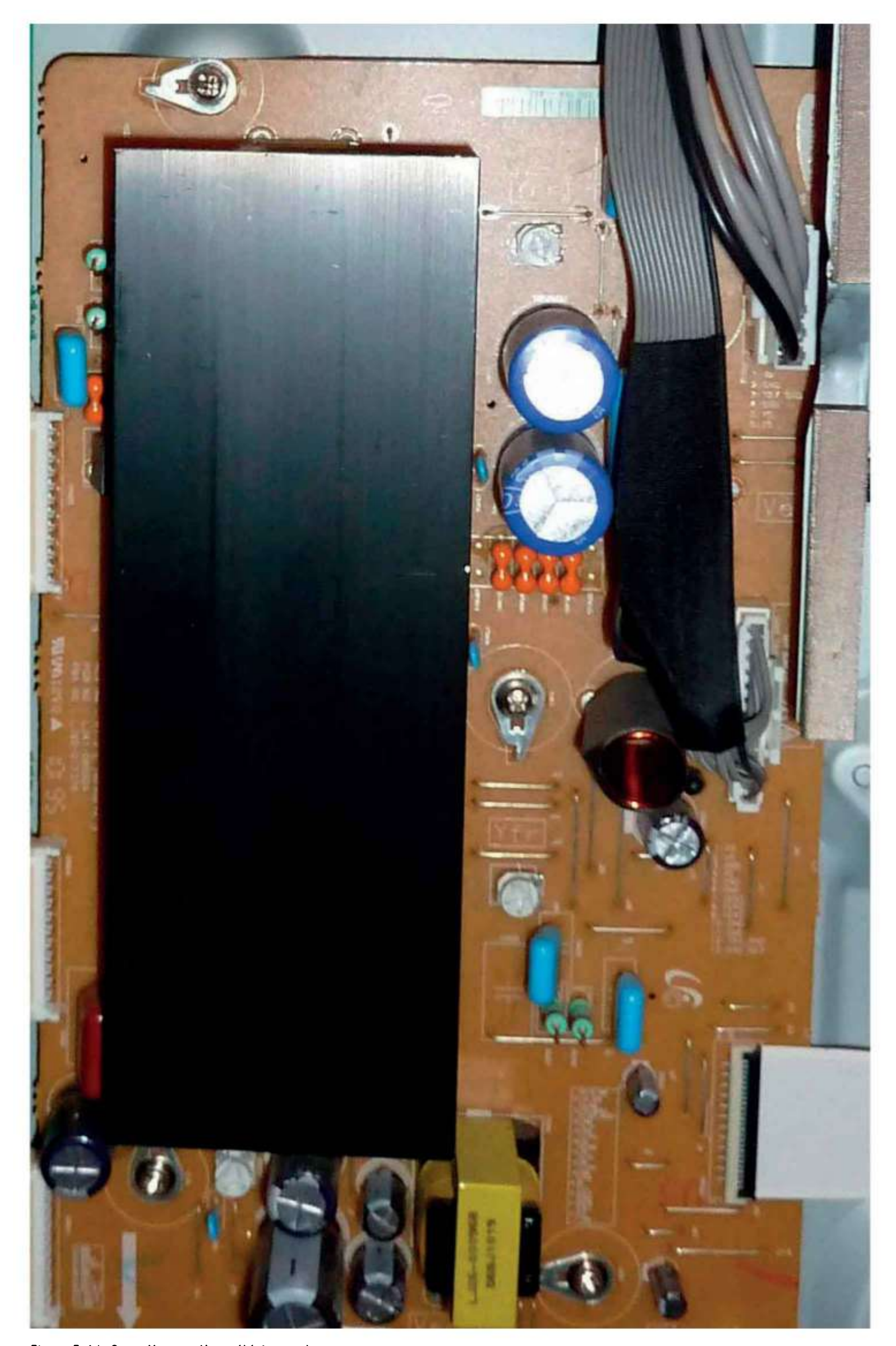


Figure 5-16. **Carte Y-scan d'un téléviseur plasma**

Rôle de la carte Y-scan

- Mettre en forme des signaux Y-scan assurant les trois fonctions {Effacement – Adressage – Maintien} en fonction d'une part du timing général de l'affichage et du contenu de chaque sous pixel.
  - La carte reçoit les signaux de synchronisation et d'information vidéo de la carte T-Con.
  - Elle reçoit les tensions V_s et V_a de la carte alimentation dont elle dérive la tension V_{scan}.
  - Elle reçoit également la tension d'alimentation des circuits logiques.
- Délivrer à la carte (ou les cartes) Y-buffers les signaux mis en forme pour chaque sous-pixel selon la séquence {Effacement – Adressage – Maintien} ainsi que les signaux de synchronisation qui lui sont nécessaires.
- Délivrer à la carte Z-sustain les signaux et tensions nécessaires à son fonctionnement ; en particulier, la tension V_e dérivée de la tension V_s est générée et envoyée à la carte Z-sustain.
- Délivrer la tension V_a aux cartes Xaddress-buffers.

Le dissipateur noir sert de refroidisseur pour les transistors MOSFET ou IGBT utilisés pour la génération des signaux Y-scan. Pour contrôler le fonctionnement d'une carte Y-scan, on procédera ainsi :

- vérification visuelle habituelle (échauffements, soudures, etc.) ;
- vérification des tensions délivrées par la carte alimentation :
  - il va sans dire qu'avant tout, la validité des tensions délivrées par la carte alimentation devra être vérifiée. Si le téléviseur ne se met pas en fonctionnement suite à une mise en sécurité (voyant clignotant), on pourra contrôler en débranchant le connecteur d'alimentation de la carte Y-scan si celle-ci est à l'origine de la mise en sécurité de l'alimentation ;
  - en cas de remise en fonction du téléviseur, la carte Y-scan étant déconnectée, on contrôlera l'état des transistors MOSFET ou IGBT présents sur le radiateur (commutation de puissance) ;
- vérification des tensions délivrées par la carte Y-scan (V_{scan} et V_a en général) ;
- vérification de la présence des signaux à l'oscilloscope (on vérifiera surtout la présence de signaux plutôt que leur forme précise en raison des difficultés de synchronisation d'un oscilloscope) ;
- si l'image présente un défaut d'effacement, on pourra essayer de modifier les réglages des durées des fronts montants et descendants des signaux Y-scan d'effacement selon la description suivante.

Réglages de la carte Y-scan

Plusieurs potentiomètres de réglage permettent d'ajuster la forme et la durée des impulsions Y-scan de la phase d'effacement ainsi que la tension V_{scan}.



Figure 5-17. **Réglage V_{scan} et son point de test (carte Y-scan)**

La forme des impulsions V_{scan} est ajustable par deux potentiomètres identifiés Yfr *(falling ramp)* et Yrr *(rising ramp)*.

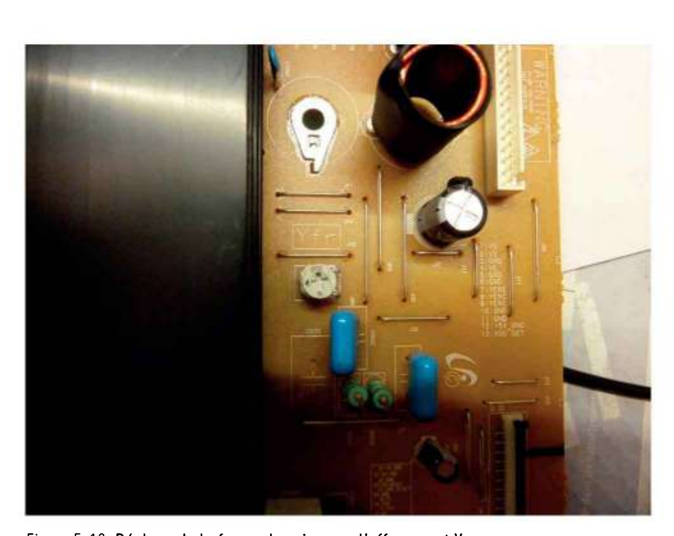




Figure 5-18. **Réglage de la forme des signaux d'effacement Y-scan**

Yrr ajuste le front montant des impulsions tandis que Yfr ajuste le front descendant.

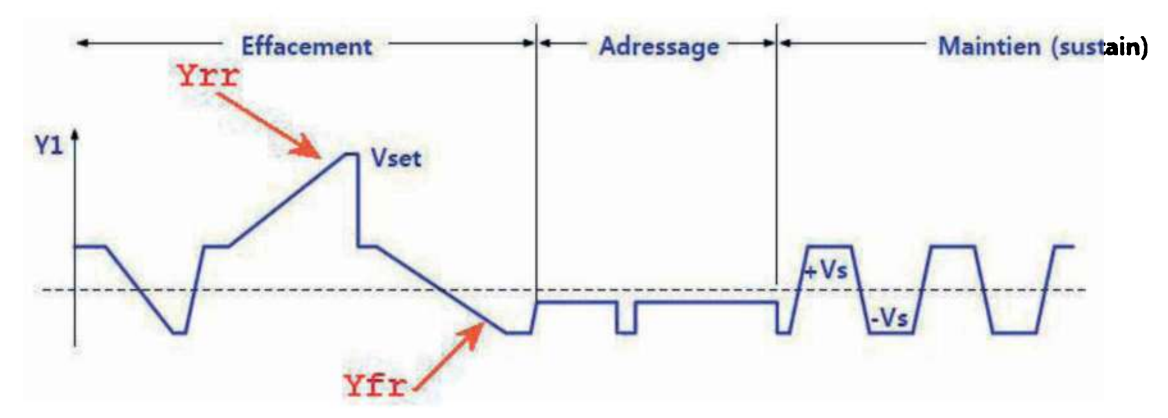


Figure 5-19. Ajustements Yfr et Yrr

Pour remédier à l'effacement des pixels (présence de points colorés rémanents), on pourra tenter de faire varier les réglages de ces deux potentiomètres. Attention, il faut au préalable noter leurs positions initiales afin de pouvoir revenir à la situation précédente en cas d'échec de la tentative !

Circuits de récupération d'énergie

L'ensemble des électrodes d'une dalle plasma se comporte comme un condensateur (plusieurs nanofarads) qu'il faut sans cesse charger et décharger à une fréquence assez élevée. Ceci demande une puissance non négligeable aux circuits de pilotage des électrodes afin de fournir l'énergie à stocker dans ce condensateur puis de l'annuler. Il en résulte une consommation importante et un échauffement (donc une fragilisation accrue) des circuits.

Pour pallier cet inconvénient des dalles plasma, des circuits de récupération d'énergie destinés à réduire la consommation et l'échauffement des circuits sont implantés dans les cartes Y-scan et Z-sustain. Leur principe se fonde sur l'association inductance-condensateur afin de transférer alternativement l'énergie de l'un à l'autre selon la séquence des signaux de fonctionnement. Ces circuits n'ont rien de complexe et ne sont pas l'objet de pannes mais il faut les connaître pour bien comprendre les déformations qu'ils induisent aux signaux relevés à l'oscilloscope. Dans leur forme la plus simple, une inductance est placée en série dans les circuits générant les impulsions fournies aux électrodes de la dalle plasma.

Observation des signaux

Il est assez difficile d'observer précisément, à l'oscilloscope, les signaux délivrés par la carte Y-scan en raison de leur complexité et des tensions mises en jeu. Reportez-vous à la section « Vérification et dépannage d'une carte Z-sustain », page 155, pour la technique et les instruments à utiliser, ainsi que pour prendre connaissance des oscillogrammes relevés. Dans le cas de l'absence de signaux délivrés par la carte Y-scan, la recherche de la panne concernera les circuits de génération des impulsions dont on vérifiera avant tout les transistors MOSFET et ou IGBT de sortie puis leurs entrées *(gate)* et enfin les circuits de génération des impulsions plus complexes dont on ne trouve que rarement les schémas.

Ces cartes faisant partie intégrale des dalles plasma, elles sont très peu documentées. L'absence de schémas et de données concernant les circuits utilisés vous obligera donc à procéder par tâtonnements. Les pannes affectent en général les circuits de puissance qui sont assez rapides à localiser,

diagnostiquer et réparer avec un peu de patience. La complexité des autres circuits de cette carte nécessitera en revanche un travail très approfondi (à moins qu'on ne préfère remplacer la carte qu'on trouvera pour un prix abordable en occasion ou neuve).

Les cartes Y-scan délivrant à la carte Y-buffers des signaux référencés par rapport à une tension pulsée assez élevée, ne reliez jamais la connexion de masse d'un oscilloscope à la broche commune d'une carte Y-buffers (pseudomasse).

VÉRIFICATION ET DÉPANNAGE D'UNE CARTE Y-BUFFERS

Se situant entre la carte Y-scan et la dalle écran, la ou les cartes Y-buffers délivrent les signaux des électrodes Y-scan à la dalle plasma.



Les cartes Y-buffers utilisent des tensions élevées dangereuses pour l'homme. De plus, elles ne sont pas reliées à la masse de l'appareil mais à une tension pulsée élevée délivrée par la carte Y-scan.

Issus de la carte Y-scan, ces signaux sont distribués à la dalle au travers de circuits intégrés tampons regroupant 64 ou 96 lignes de pixels. Chaque circuit intégré aboutit à un connecteur recevant un câble film souple soudé sur la dalle. Ces circuits sont reliés en cascade ; leur principe est basé sur un registre à décalage. Pour comprendre le fonctionnement des circuits d'une carte Y-buffers, consultez les feuilles de caractéristiques du circuit STV7697B qui permet de piloter 64 lignes avec une tension de 170 V et un courant de 800 mA.

La carte illustrée par la figure 5-20 fait partie d'un téléviseur plasma de définition 1 024 × 768 pixels. Une seule carte est utilisée et on distingue 8 circuits intégrés et 6 connecteurs allant vers la dalle. Chaque circuit intégré distribue donc les signaux vers 96 lignes (768/8) de la dalle plasma alors que chaque connecteur distribue 128 lignes.

Les circuits intégrés de cette carte portent la référence R2A20292BFT. Ils comportent 128 pattes à souder, sont donc au nombre de huit et soudés sur la carte Y-buffers puis protégés par une colle souple rappelant les joints en silicone et renforçant l'isolement entre les pattes de soudures du circuit qui sont très rapprochées.

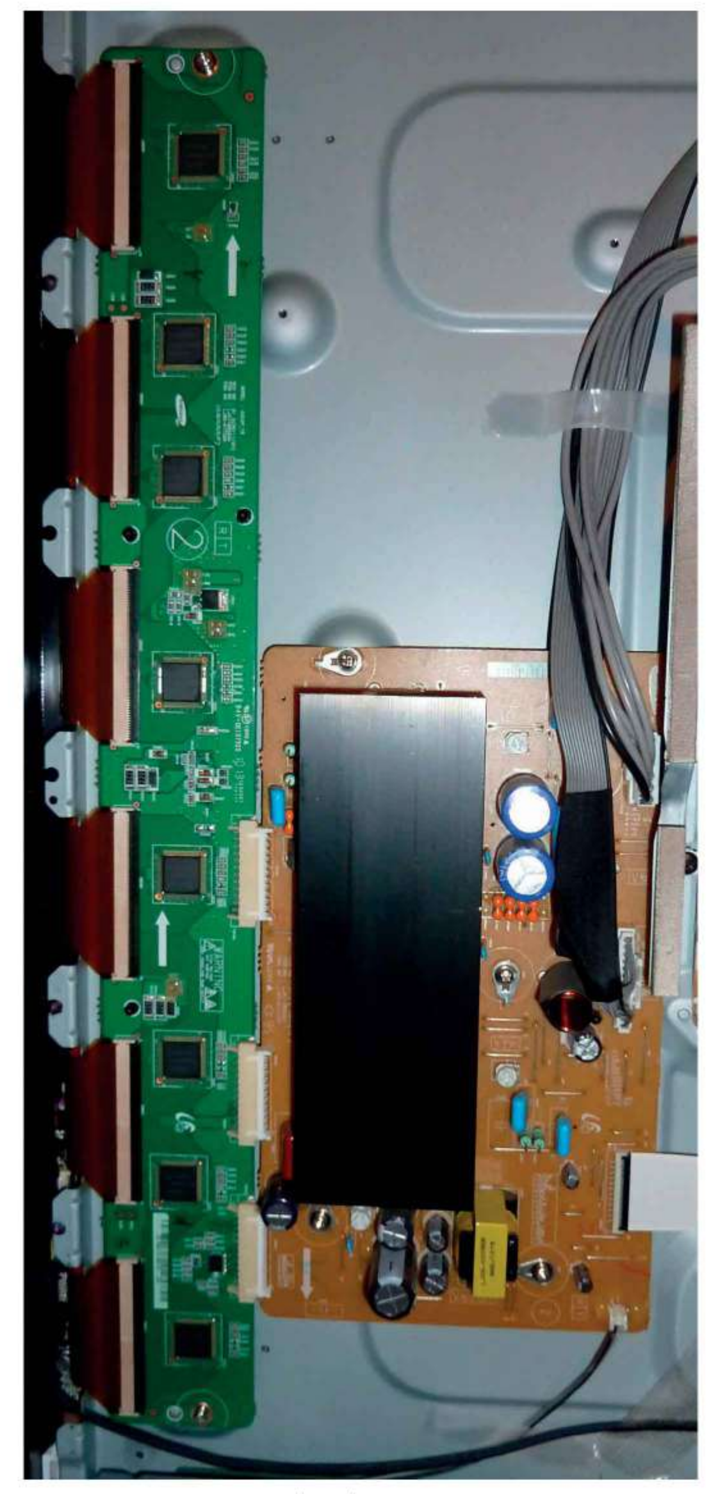


Figure 5-20. **Carte Y-scan et Y-buffers (en vert) d'un téléviseur plasma**



Figure 5-21. **Détail d'un circuit R2A20292BFT (défectueux) soudé et protégé par colle souple**

Leur dessoudage étant problématique, ces circuits sont très difficiles à remplacer. Après avoir retiré avec précaution le maximum de colle silicone, puis utilisé un produit de plomberie permettant de retirer chimiquement les joints silicone et après nettoyage à l'alcool isopropylique, le circuit peut enfin être dessoudé sans problème avec un pistolet à air chaud. Ce produit n'a aucun effet sur le circuit imprimé.

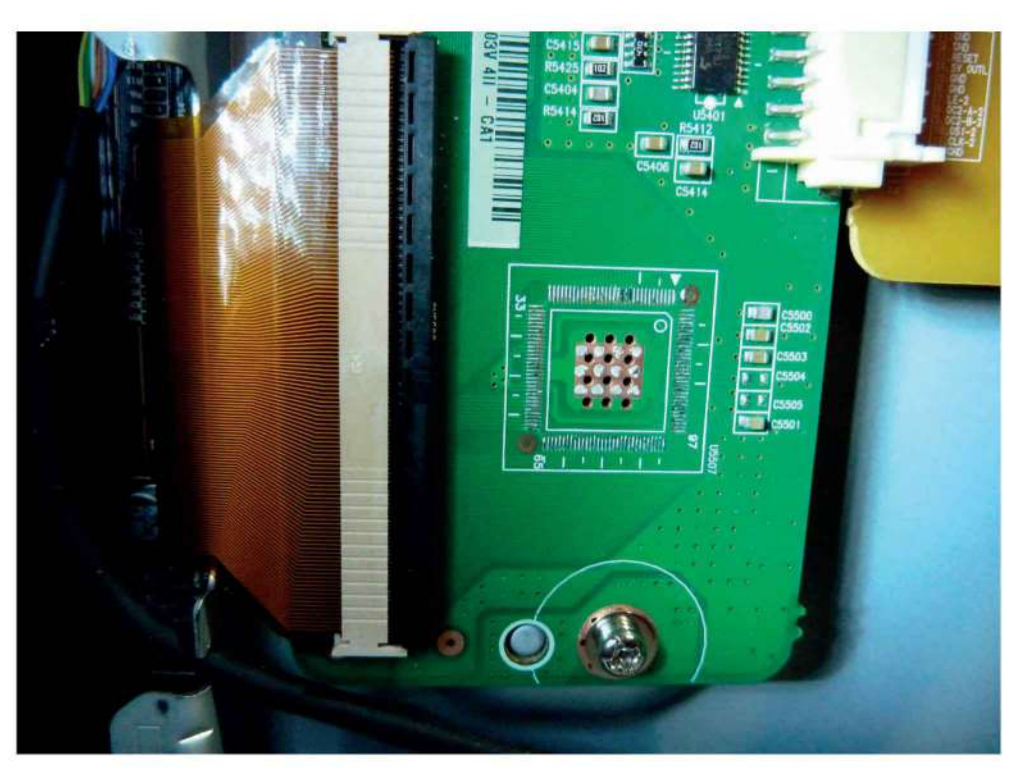


Figure 5-22. **Carte Y-buffers après dessoudage du circuit R2A20292BFT**

Notez que ces circuits sont souvent munis d'un refroidisseur situé sous leur boîtier et qui doit être soudé sur le circuit imprimé – ce qui n'est pas évident sans une station de soudage à air chaud. De plus, ils sont rarement vendus au détail et leurs feuilles de caractéristiques sont introuvables.

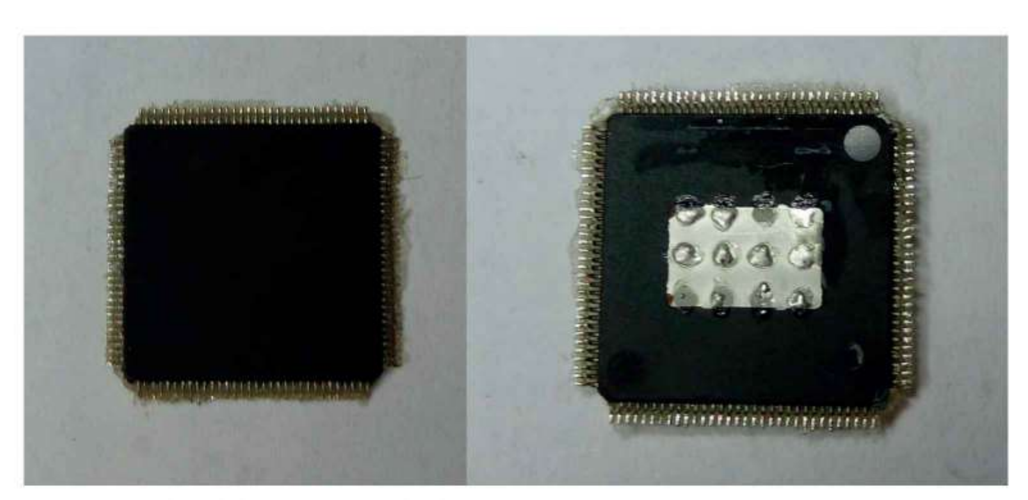


Figure 5-23. **Circuit R2A20292BFT avec sa surface de refroidissement sous le boîtier**

Par chance, le circuit mis en cause sur cette carte était le dernier de la chaîne de registres à décalage constitué par les huit composants. Il a donc pu être retiré et le téléviseur remis provisoirement en fonction, il lui manquait bien entendu 96 lignes d'affichage en bas de l'écran.



Figure 5-24. **Remise en fonction du téléviseur, une bande noire apparaît en bas de l´écran**

Si le composant avait été situé au milieu ou au début de la chaîne, il aurait fallu faire la liaison entre la sortie « data » du circuit précédant celui qu'on a retiré et l'entrée du suivant. Avec un peu de patience, ces circuits étant majoritairement constitués de sorties reliées aux connecteurs des films reliés à la dalle, même sans connaître le brochage, on trouvera rapidement les autres entrées-sorties dont celles servant au chaînage – toutes les autres connexions étant communes et reliées en parallèle sur chaque composant (clock, reset, etc.).

Réparation d'une carte Y-buffers

La réparation d'une carte Y-buffers est souvent impossible, les composants étant difficiles à trouver et leur remplacement délicat. Vous devrez donc souvent vous résigner à changer la carte. Si néanmoins la réparation est abordée, la qualité des soudures des composants et l'isolement parfait entre les broches de connexion (sans aspérités pour éviter les effets de pointe) devront être vérifiés puis l'opération devra s'achever par le renfort de l'isolement avec de la colle silicone.

Certains autres composants CMS de ces cartes possèdent également un renfort d'isolement par une colle souple qu'il faudra reconstituer en cas de remplacement. Voici les étapes à suivre pour vérifier le fonctionnement d'une carte Y-buffers.

1. On procède à un examen visuel approfondi, à la recherche de traces, de défauts.
2. On recherche les éventuels problèmes de court-circuit au niveau des tensions d'alimentation (haute et basse tension) et on contrôle la validité des éventuels fusibles.
3. On vérifie la présence et la validité des signaux attendus de la carte Y-scan.
4. On vérifie que les circuits sont identiques entre eux (par comparaison) :
   - si on dispose des caractéristiques des circuits, on contrôle d'une part que les lignes d'alimentation (haute tension pour les électrodes et basse tension pour la logique) ne sont pas en court-circuit. Puis on compare l'isolation des broches de sortie aboutissant aux connecteurs ;
   - si on ne dispose pas des caractéristiques, on contrôle l'isolation des broches de sortie des connecteurs par rapport à la masse afin de trouver un éventuel intrus.
5. On observe ensuite, à l'aide d'un oscilloscope, si les signaux d'entrée parvenant à chaque circuit de la carte sont présents et de forme *a priori* correcte. On fera de même sur les sorties de ces circuits afin d'isoler ceux dont le comportement n'est pas conforme.
6. Enfin, si on ne dispose pas du brochage des circuits, on peut vérifier les sorties des connecteurs allant aux nappes de connexion de la dalle.

Observation des signaux

Les figures suivantes montrent les oscillogrammes relevés sur une des lignes Z-scan où on distingue fort bien plusieurs sous-trames dont la durée de maintien augmente. La durée de l'effacement est de l'ordre de 500 µs, celle d'adressage de 1 ms, le maintien étant de durée variable. Ces données ont été relevées sur un téléviseur possédant 8 sous-trames, l'ensemble des sous-trames dure 20 ms (balayage entrelacé).

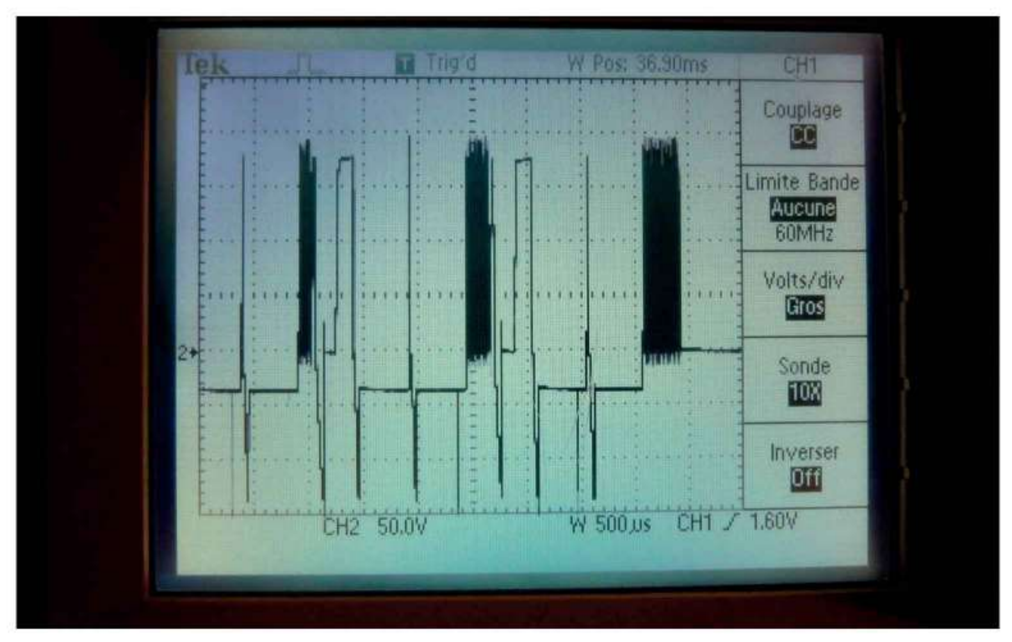


Figure 5-25. **Vue des signaux générés à une électrode Y-scan par la carte Y-buffers**

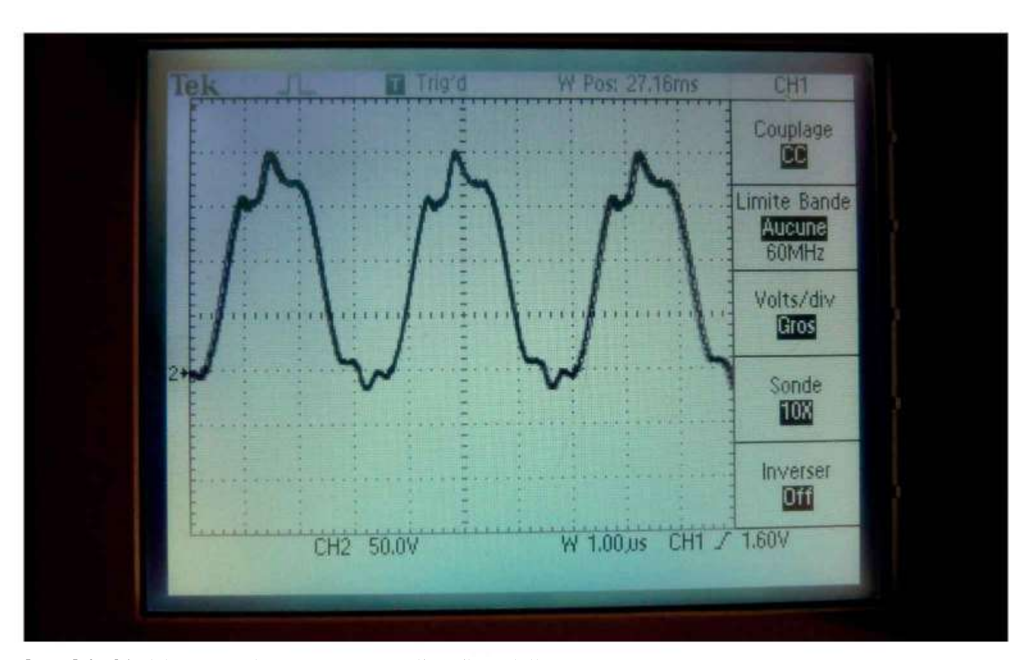


Figure 5-26. **Détail des signaux de maintien au niveau d'une électrode Y-scan**

Notez que les signaux de maintien des électrodes Z-sustain et Y-scan sont exactement identiques mais en opposition de phase. Le petit chiffre 2 affiché à gauche de l'écran indique la position du potentiel de référence des signaux observés (la masse du téléviseur).

Étant donné le grand nombre de connexions présentes sur ces cartes et leurs connecteurs, ainsi que des fortes tensions et puissances mises en jeu, soyez particulièrement attentif à ne pas provoquer de court-circuit entre les différents points vérifiés avec les sondes utilisées, au risque de provoquer la destruction de circuits encore valides.

Le manque de documentation sur ces cartes et leurs circuits conduit souvent à procéder par tâtonnements : ce n'est pas très professionnel certes, mais avec un peu de patience, ces cartes ayant une constitution simple, vous arriverez d'une part à comprendre leur fonctionnement et, d'autre part, à isoler le ou les composants défectueux.

VÉRIFICATION ET DÉPANNAGE D'UNE CARTE Z-SUSTAIN



Les cartes Z-sustain utilisent des tensions élevées dangereuses pour l'homme. Elles génèrent des signaux sous de fortes puissances.

Rôle de la carte Z-sustain

- La carte Z-sustain est chargée d'envoyer les impulsions nécessaires au fonctionnement de la dalle plasma à toutes les électrodes Z-sustain de la dalle reliées en parallèle.
  En effet, l'adressage individuel des pixels se fait par les cartes X-buffers et Y-scan, la troisième électrode Z-sustain n'a donc pas à être concernée par l'adressage des éléments à allumer.
  En cela, la carte est donc plus simple que la carte Y-sustain – son rôle consistant à mettre en forme les signaux à envoyer à une seule sortie (quelquefois deux pour des raisons d'optimisation des connexions de puissance).
- Elle reçoit de la carte Y-scan les tensions V_e et V_s nécessaires à la mise en forme des signaux produits et la tension de fonctionnement des circuits logiques.
- Elle reçoit des signaux de la carte Y-scan et de la carte T-Con pour mettre en forme les signaux nécessaires aux trois phases {Effacement – Adressage – Maintien} qu'elle délivre à la dalle au travers d'un ou plusieurs connecteurs auxquels les films de connexion soudés à la dalle écran sont reliés.

Pour vérifier le fonctionnement d'une carte Z-sustain, on procédera ainsi :

- vérification visuelle habituelle (échauffements, soudures, etc.) ;
- vérification des tensions délivrées par la carte alimentation (V_s et tension de fonctionnement des circuits logiques) :
  - il va sans dire qu'avant tout, la validité des tensions délivrées par la carte alimentation devra être vérifiée. Si le téléviseur ne se met pas en fonctionnement suite à une mise en sécurité (voyant clignotant), on pourra contrôler en débranchant le connecteur d'alimentation de la carte Z-sustain si celle-ci est à l'origine de la mise en sécurité de l'alimentation ;
  - en cas de remise en fonction du téléviseur, la carte Z-sustain étant déconnectée, on contrôlera l'état des transistors MOSFET ou IGBT présents sur le radiateur (commutation de puissance) ;
- vérification de la tension V_e délivrée à la carte Y-scan ;

- vérification de la présence des signaux à l'oscilloscope (contrôlez surtout la présence de signaux plutôt que leur forme précise en raison des difficultés de synchronisation d'un oscilloscope).

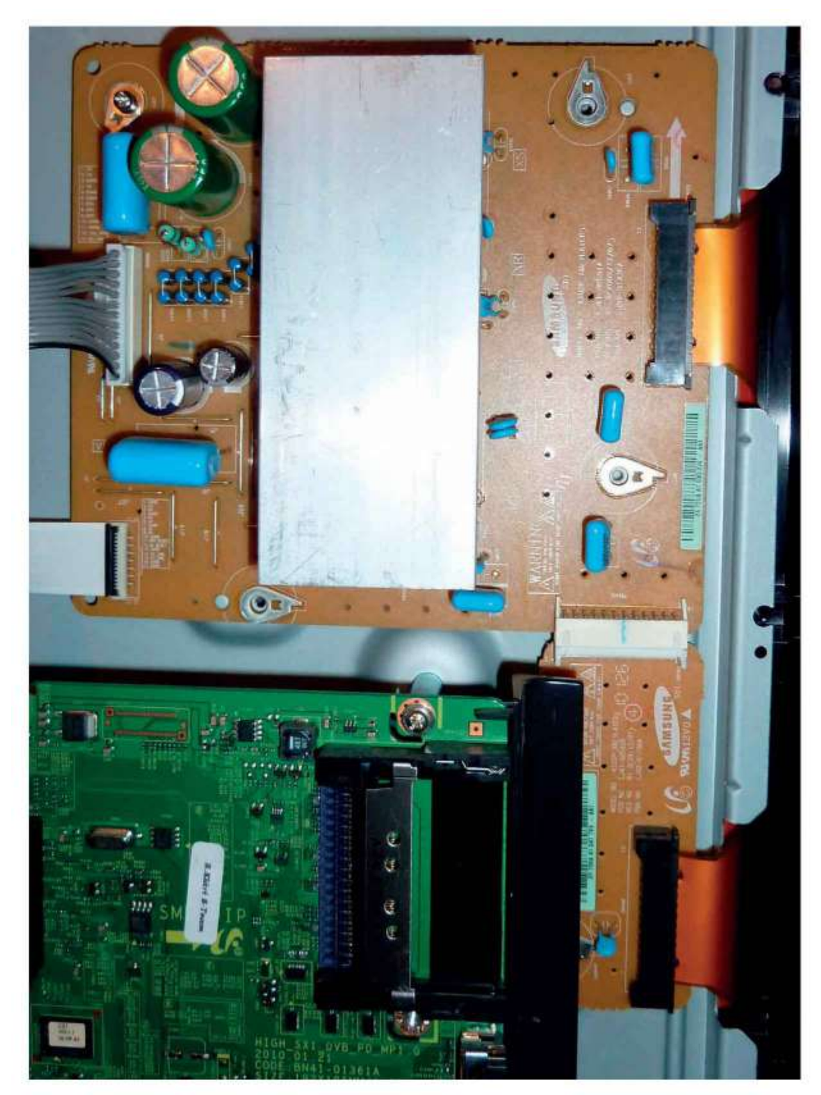


Figure 5-27. **Cartes Z-sustain mère et fille reliant la dalle par deux connecteurs/films (en beige)**

Il n'y a aucun réglage disponible sur la carte Z-sustain : elle n'a un rôle qu'au niveau de l'effacement et du maintien (luminosité de l'écran). Les anomalies résultant d'un défaut sur une carte Z-sustain seront soit une mise en sécurité de l'appareil (problème de surconsommation résultant en général d'un transistor en court-circuit), soit un défaut de luminosité sur tout l'écran (parfois sur une moitié lorsque les signaux sont distribués par deux nappes de connexion).

Pour remédier à un problème d'effacement des pixels (présence de points colorés rémanents), on pourra tenter de faire varier les réglages de ces deux potentiomètres de la carte Y-scan (voir

page 113 la section « Vérification et réparation d'une dalle écran LCD ou LED »). Si cela ne règle pas le problème, la carte Z-sustain peut être suspectée.

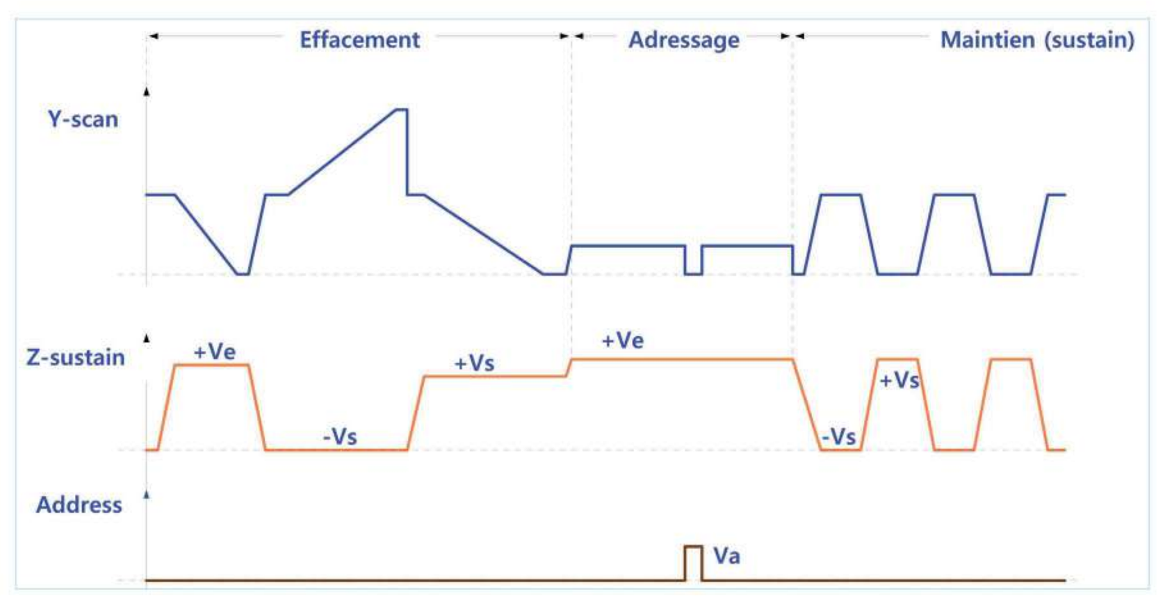


Figure 5-28. Rappel de la forme des signaux mis en œuvre (affichage d'un sous-pixel)

Circuits de récupération d'énergie

Comme cela a été décrit au niveau des cartes Y-scan, les cartes Z-sustain peuvent incorporer des circuits de récupération d'énergie (« ERC ») utilisant des inductances. Si ces circuits sont incorporés, ils introduiront des déformations aux signaux théoriques de fonctionnement.

Observation des signaux

Il n'est pas facile d'observer précisément, à l'oscilloscope, les signaux délivrés par la carte Z-sustain en raison de leur complexité et des tensions mises en jeu. Pour y parvenir, il faut disposer d'un oscilloscope à large bande passante permettant une synchronisation de type vidéo à partir de signaux prélevés par exemple sur la carte T-Con, et surtout d'une double base de temps autorisant de « naviguer » à l'intérieur d'une trame complète sur laquelle est synchronisée la base de temps principale. Bien entendu, il conviendra d'afficher une image fixe, si possible géométrique (mire) afin d'éviter l'instabilité des signaux affichés.

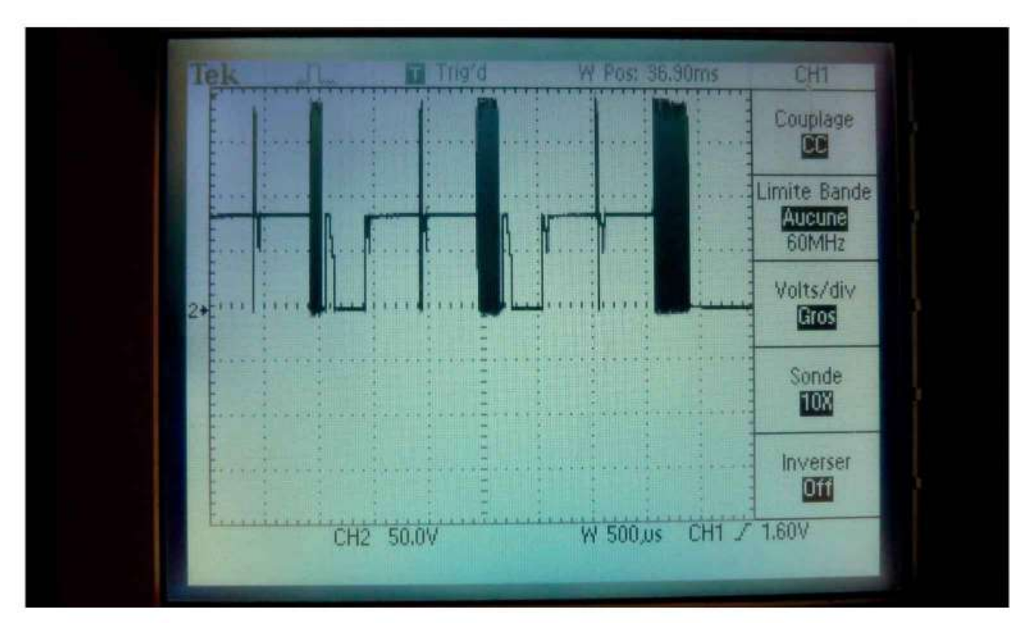


Figure 5-29. **Sous-trames de signaux Z-sustain**

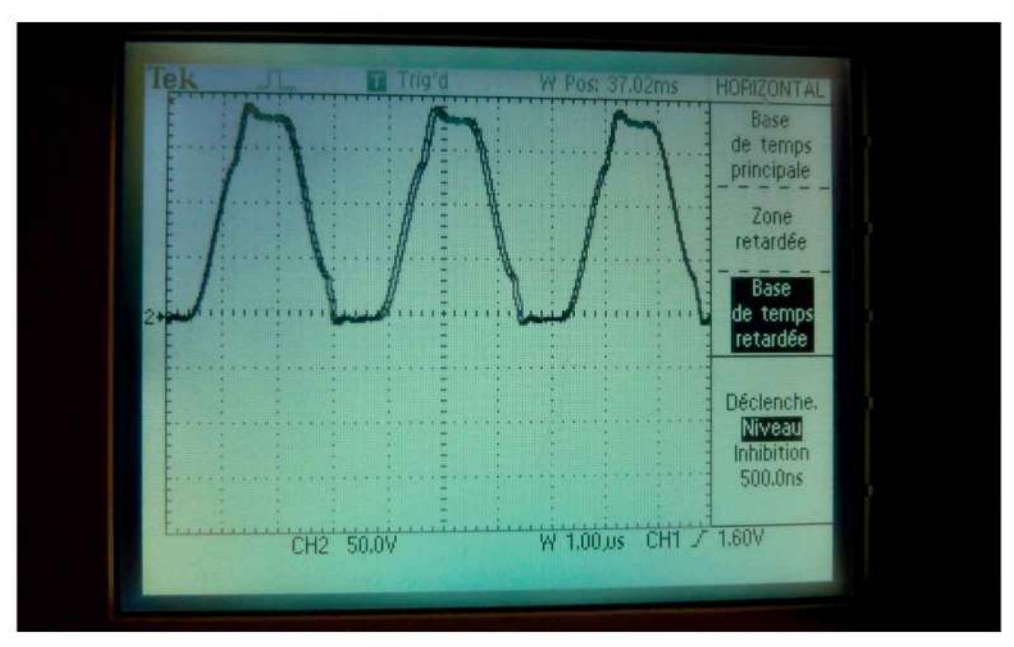


Figure 5-30. **Détail des signaux de maintien Z-sustain**

Les durées des impulsions dépendent étroitement des caractéristiques de la dalle et de la méthode de rafraîchissement de l'affichage, elles ne sont pas indiquées. On peut par exemple citer les temps relevés sur un téléviseur plasma affichant 1 024 × 768 pixels à raison de 25 images par seconde affichées en 8 sous-trames :

- durée de la trame complète 40 ms ;
- composition totale d'une image : 8 effacements, 8 adressages de 1 024 × 768 pixels, 128 temps de maintien ;
- durées observées par sous-trame :
  - effacement 400 μs ;
  - adressage 1 ms ;
  - maintien de durée variable avec impulsions d'une période de 3,5 μs.

Notez que les signaux de maintien des électrodes Z-sustain et Y-scan sont exactement identiques mais en opposition de phase. Le petit chiffre 2 affiché à gauche de l'écran indique la position de la ligne de masse, référence des signaux observés.

Ces clichés donnent une idée de la rapidité des signaux mis en œuvre dans les circuits de pilotage, notamment en ce qui concerne les lignes d'adressage et la raison pour laquelle les liaisons entre la carte T-Con et les cartes Xaddress-buffers, Y-scan et Z-sustain sont faites selon la norme LVDS (permettant la rapidité des signaux transmis).



Comme pour les cartes T-Con, Y-scan, et Y-buffers, le manque de schémas et de documentation sur leurs circuits conduira souvent à procéder par tâtonnements. Notez que les pannes affectent en général les circuits de puissance qu'il est assez rapide de localiser, diagnostiquer et réparer avec un peu de patience.

VÉRIFICATION ET RÉPARATION D'UNE DALLE PLASMA

Une dalle plasma peut présenter des défauts irréparables ou des défauts « peut-être » réparables, parfois les deux. Un atelier de service après-vente déclarera toujours non réparable une dalle plasma présentant un défaut. Il en proposera alors le replacement à un prix souvent supérieur à celui du téléviseur neuf. Agissant en professionnel, il aura raison en ce sens que la réparation lorsqu'elle est envisageable n'est pas certaine et surtout jamais garantie dans le temps. Pour une approche non commerciale, il sera tentant d'essayer de réparer, le seul risque étant de ne pas y parvenir et d'être revenu au constat de la nécessité de changer la dalle.

Voici une liste des défauts non réparables :

- dalles internes fêlées ou cassées ;
- défauts des circuits COF assurant le démultiplexage des signaux Xaddress ;
- écrans présentant des traces de marquage des images (utilisation prolongée d'images fixes).

Parmi les défauts qu'on peut tenter de réparer, on note :

- une fêlure des vitres de protection externes ;
- des défauts de contact des nappes de connexions à la dalle ;
- des marquages peu importants d'images sur la dalle.

Fêlure ou cassure d'une vitre externe

Les écrans plasma possèdent une glace externe à la dalle, elle-même utilisée comme face avant protective mais aussi souvent comme filtre et antireflet. Si cette vitre vient à être endommagée, il n'est pas certain que la dalle plasma l'ait été. C'est le cas si le téléviseur continue à fonctionner normalement. Dans le cas contraire, la réparation ne pourra pas être envisagée.

Le changement de cette vitre est assez délicat et ne devrait être tenté que si le défaut est vraiment rédhibitoire pour une bonne vision des images. Personnellement je ne le recommande pas car il n'existe pas de vitre de remplacement, celle-ci devra donc être remplacée par une glace de même épaisseur mais en perdant les fonctions de filtrage. De plus, le démontage de l'écran pour extraire la face avant est très délicat et risque de provoquer la destruction de la dalle plasma.

Défauts de contact des nappes de connexion

S'il apparaît une image présentant des traits ou bandes verticales perturbant l'affichage correct des images, on peut tenter de vérifier en remuant le film ou en exerçant une pression à l'endroit où le film est soudé sur la dalle si l'image revient normalement. S'il s'agit d'un défaut horizontal, on fera de même au niveau des films de connexion à droite (Z-sustain) ou à gauche (Y-scan) de l'écran vue de dos.

Si une amélioration ou une modification du défaut se produit, on peut alors tenter la réparation par pression sur les soudures film-dalle. Pour cela, reportez-vous à la section « Vérification et réparation d'une dalle écran LCD ou LED » page 113. Attention, la présence de la glace de la face avant ne facilitera pas cette opération.

Effacement du marquage des images

Pour corriger ce défaut, certains téléviseurs proposent des procédures dans leurs menus (menu normal ou de service).

Il existe également sur Internet de nombreux articles et données à graver sur DVD pour tenter d'y remédier.

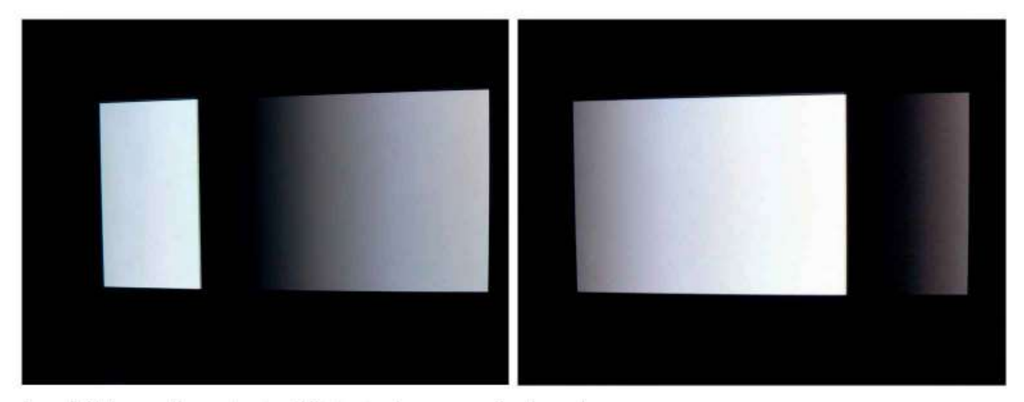


Figure 5-31. Images d'une animation d'élimination du marquage d'un écran plasma

La figure 5-31 représente deux photos du balayage de gauche à droite d'un écran plasma par un utilitaire de réduction du marquage. En réalité, il s'agit d'un balayage permanent de l'écran (environ en



deux secondes par image) par ce motif dégradé du blanc vif au noir foncé. Vous pouvez également vous servir d'une technique simple qui consiste à afficher la « neige » lorsque le téléviseur est en mode analogique en l'absence de signal d'antenne et en poussant à fond le contraste et la luminosité. Le résultat n'est pas toujours à la hauteur des espoirs mais cela peut parfois être bénéfique et efficace au bout de plusieurs heures et d'essais répétés si nécessaire.



Figure 5-32. **Option de protection antimarquage d'un téléviseur plasma**



Pour éviter les phénomènes de marquage des écrans, ne poussez pas la luminosité des écrans à fond et bien entendu l'affichage d'images fixes. Certains téléviseurs proposent des options de réglage consistant à déplacer légèrement les images en permanence afin d'éviter les phénomènes de marquage.

CHAPITRE 6

RÉPARER UN ORDINATEUR

Les écrans d'ordinateurs

Les moniteurs informatiques sont des appareils indépendants qui peuvent être reliés à différents appareils, le plus souvent ordinateurs de bureau ou portables, mais aussi parfois sur des équipements de contrôle ou de mesure, voire sur des équipements multimédias comme certains lecteurs DVD.

Ne jetez pas votre moniteur !

Les moniteurs, même en panne, peuvent trouver acquéreur pour récupération des pièces. Si vous êtes certain du bon fonctionnement d'une dalle écran ou d'une carte, sa revente sera souvent plus facile et plus rémunératrice que celle d'un écran en panne. Pensez aux petites annonces et à vos « confrères » à la recherche de pièces d'occasion dans les forums de discussion. Évitez de jeter ce qui peut encore être utilisé ou recyclé !

ARCHITECTURE DES MONITEURS INFORMATIQUES

Les moniteurs à écrans LCD et à rétroéclairage de type « néon » à tubes CCFL *(Cold Cathode Fluorescent Lamp)* sont communément appelés écrans LCD ; ceux, plus récents, munis d'un rétroéclairage à LED *(Light Emiting Diode)*, sont plus communément appelés écrans LED. Ils ont néanmoins la même architecture interne : seuls les circuits qui pilotent le rétroéclairage sont différents. On distingue cinq parties principales :

- l'alimentation des circuits à partir du secteur (interne ou externe) ;
- les circuits de contrôle et de vidéo, avec ou sans circuits son ;
- les circuits de contrôle et de « timing » de l'écran (T-Con) ;
- les circuits d'alimentation du rétroéclairage (inverter) ;
- la dalle écran.

Remarquez que, la plupart du temps, ces circuits sont regroupés sur un seul circuit imprimé, les circuits d'alimentation étant soit internes et regroupés sur la carte unique, soit externes sous forme d'un bloc secteur.

DÉMONTAGE DES MONITEURS INFORMATIQUES

Il n'y a rien de particulier à mentionner au niveau du démontage d'un moniteur informatique ; la différence avec un petit téléviseur est la présence de nombreux blindages métalliques évitant les rayonnements électromagnétiques de ces appareils considérés comme équipements professionnels. De ce fait, le nombre et la diversité des vis utilisées sont plus importants et le démontage plus fastidieux. On aura donc intérêt à documenter la position des différentes vis (clichés ou croquis succinct) afin de faciliter le remontage, surtout si l'appareil doit rester longtemps ouvert, en attente de la réception de pièces détachées.

D'une manière générale, pour tout démontage d'appareil sophistiqué, faites un croquis de repérage des vis et blindages, et conservez l'ensemble des vis dans un petit sachet fermé et identifié, collé au châssis ou au boîtier par un ruban adhésif.

DIAGNOSTIC DES DÉFAILLANCES DES MONITEURS INFORMATIQUES

L'écran est cassé

La seule issue est de changer l'écran, car un écran cassé ou fêlé est irréparable. Toutefois, il faut s'assurer au préalable que les circuits fonctionnent afin que le changement d'écran ne soit pas une opération coûteuse et inutile. Un écran cassé peut en effet avoir endommagé les circuits de commande. En faisant varier le contenu de l'image, une dalle cassée affiche souvent des lignes de couleur qui varient avec l'image ; ce simple test permet de penser que les circuits de commande sont *a priori* fonctionnels. En l'absence de variation, il faudra investiguer plus profondément, en particulier la sortie des signaux vidéo vers l'écran pour se rassurer sur le fonctionnement de ces circuits.

Une dalle de moniteur ou d'ordinateur portable d'occasion se trouve aisément à prix très raisonnable et bon nombre de dalles sont compatibles, car souvent seules les fixations mécaniques au boîtier sont différentes et peuvent facilement être modifiées, adaptées ou récupérées.

L'écran ne se met pas en veille lorsqu'il est branché

Aucune réaction en reliant le moniteur au secteur EDF ? Ceci présume d'une panne d'alimentation de l'écran.

Si un bloc d'alimentation externe est utilisé, on peut vérifier son fonctionnement à vide (voltmètre) puis, en le testant en charge avec une lampe à incandescence, que la prise d'alimentation du moniteur n'est pas en court-circuit afin d'isoler la panne au bloc alimentation qui est alors à changer ou aux circuits du moniteur. Le dépannage du bloc alimentation est possible mais nécessitera de sacrifier son boîtier en général indémontable. Le coût d'un bloc alimentation externe étant assez faible, le dépannage sera réservé aux fans de la réparation mais je les y encourage !

Si l'alimentation est incorporée au moniteur, il va falloir ouvrir celui-ci et diagnostiquer la panne. Les circuits d'alimentation de ces types de moniteurs informatiques sont en général intégrés sur la carte mère (une seule carte comporte tous les circuits). Leur dépannage ne peut s'effectuer qu'au niveau du composant, excluant le changement trop coûteux de la carte entière. Le risque de ne pas y parvenir est important, le risque que la panne ait propagé des effets dévastateurs sur les autres circuits n'est pas négligeable non plus.



L'écran reste en veille, mais refuse de s'allumer

L'apparition du voyant de veille est un bon signe, l'alimentation n'est pas totalement hors d'usage mais il faut distinguer trois cas.

1 L'alimentation est externe et donc, *a priori*, en bon état mais la mise en route commandée par les circuits de contrôle ne se fait pas. Il faudra tout de même s'assurer que l'alimentation est capable de fournir une tension correcte en charge. Si c'est le cas, le dépannage est possible dans un faible nombre de cas seulement (défaillance des circuits de commande interrompant l'alimentation des circuits, en dehors de ceux servant au fonctionnement en veille mais pas du microprocesseur générant le signal de mise en fonctionnement).

2 Les circuits d'alimentation sont internes et en bon état ou partiellement en état de fonctionner. Si la mise en route commandée par les circuits de contrôle ne se fait pas, le dépannage est possible mais dans un faible nombre de cas (défaillance du circuit de commande mais pas du microprocesseur).

3 L'alimentation est fautive, il faudra donc chercher la panne. Elle peut être simple si l'alimentation comporte un seul convertisseur de tension, plus complexe s'il y a plusieurs circuits indépendants. Dans tous les cas, les chances de succès sont grandes. Le plus simple est de substituer l'alimentation par les appareils de laboratoire (un par tension fournie par les circuits d'alimentation) pour confirmer le diagnostic.

L'écran s'allume normalement (électriquement) mais l'image est absente

L'alimentation est donc *a priori* hors de cause, toutefois vous devez vous empresser de vérifier la valeur des tensions délivrées (multimètre) et leur propreté (oscilloscope) afin de définitivement disculper l'alimentation. Plusieurs cas se présentent alors.

1 On peut vérifier à l'aide d'une lampe de poche que l'image est bien présente mais l'écran n'est pas rétroéclairé. Cette panne est souvent réparable. Attention, il est parfois difficile d'apercevoir une image sans rétroéclairage. L'idéal est d'utiliser une image fortement contrastée et mobile.

2 Aucune image n'apparaît. L'écran est probablement hors-service et à remplacer. Dans le meilleur des cas, son câble de liaison est mal enfiché ou coupé. Vérifiez que les signaux arrivent bien au niveau de la dalle écran (signaux LVDS visibles à l'oscilloscope) pour renforcer ce diagnostic. Dans le cas contraire, les circuits de commande sont en cause et le dépannage reste souvent difficile.

3 Aucune image n'apparaît mais on peut afficher les menus de réglage. L'écran en lui-même (la dalle) est hors de cause, ce sont les circuits de commande ou de vidéo qui sont en cause et le dépannage est délicat.



Souvenez-vous que des tensions dangereuses sont présentes au niveau des écrans (rétroéclairage CCFL) et des alimentations.

Les ordinateurs de bureau

ARCHITECTURE PHYSIQUE DES ORDINATEURS DE BUREAU

L'architecture physique des ordinateurs de bureau est en général assez simple et commune. Les boîtiers sont normalisés (normes ATX ou µATX, format « desktop » ou « tour ») et les éléments qui les constituent (alimentation, unités de stockage et carte mère) sont interchangeables moyennant le respect de l'adéquation entre le type de boîtier et les composants qui y sont intégrés. Ces boîtiers conventionnels permettent une évolution facile d'un ordinateur par remplacement ou ajout de composants ou périphériques.

Les choses se compliquent néanmoins avec l'apparition plus récente de nouveaux formats d'ordinateurs, les boîtiers se miniaturisant ou l'ensemble d'un ordinateur se trouvant intégré à l'écran. Ils sont plus fragiles (refroidissement), moins évolutifs, et leur démontage plus méticuleux. En revanche, ils sont plus esthétiques et ergonomiques (écrans tactiles).

Je mets cependant en garde les utilisateurs désirant acquérir un ordinateur tout intégré à écran tactile, ils reviendront sûrement rapidement à la souris après avoir levé trop souvent le bras endolori par une tendinite ! Cela ne vaut évidemment que pour les écrans de grandes dimensions, placés verticalement, pas pour les tablettes qu'on peut utiliser horizontalement.

DÉMONTAGE DE L'UNITÉ CENTRALE DES ORDINATEURS DE BUREAU

Le démontage d'un ordinateur de bureau, qu'il soit d'un format « tour » ou « desktop », est nettement plus facile que celui d'un ordinateur portable. En effet, la notion de miniaturisation n'est pas aussi importante pour ces matériels, et les boîtiers sont donc plus accessibles et surtout très conventionnels – la forme important peu, seule la façade présentera une personnalisation adaptée à la marque mais ne nécessite d'être démontée que très rarement. Après avoir bien entendu tout déconnecté du secteur électrique, il faut enlever tous les câbles reliés à l'unité centrale pour manipuler sans risque l'unité. Un câble resté connecté pourra facilement endommager le connecteur auquel il est associé et rendre la connexion inopérante.

La première étape consiste à ouvrir le boîtier pour faire un premier diagnostic visuel si nécessaire ou pour vérifier les différentes connexions entre les éléments constitutifs de l'ordinateur (carte mère, disques, lecteurs optiques, etc.). L'ouverture du boîtier d'une tour est généralement très simple ; en général, le carter du côté gauche lorsqu'on regarde l'unité de face est celui qui donne accès aux éléments situés à l'intérieur du boîtier. Toutefois, celui-ci est quelquefois « enveloppant », c'est-à-dire qu'il se compose du côté droit, du dessus et du côté gauche formant un couvercle en forme de U. Quelle que soit sa forme, l'ouverture se fait le plus souvent en glissant le carter qu'on désire ouvrir vers l'arrière après avoir enlevé les vis de fixation qui se situent à l'arrière (ou parfois un verrou mécanique à déverrouiller). Pour un boîtier desktop, c'est le couvercle supérieur qui devra être ouvert.





Figure 6-1. **Vue arrière d'une tour, carter droit et vis de retenue**

Notez qu'il y a quelquefois des blocages de protection du carter, souvent ils peuvent être libérés facilement mais il peut aussi y avoir des verrouillages de sécurité exigés dans certaines entreprises.



Figure 6-2. **Vue intérieure d'une tour, carter droit ouvert**

La disposition des éléments à l'intérieur d'une tour diffère peu d'un ordinateur à l'autre. On trouve en général (vue du carter droit enlevé) :

- en haut à gauche, les lecteurs périphériques (lecteur de disquette, lecteur-graveur de CD/DVD et disques durs – ceux-ci pouvant se trouver également en bas à gauche) ;
- en haut à droite, le bloc alimentation ;
- enfin, en bas, la carte mère avec ses accès orientés vers la face arrière pour y insérer les cartes des périphériques, ainsi que les différents connecteurs (clavier, souris, USB, réseau, etc.).

Pour un desktop, la carte mère se trouve au fond du boîtier, tandis que les différents périphériques de stockage sont situés vers la face avant, et le bloc d'alimentation en général sur un des côtés.





Figure 6-3. **Unité centrale de type desktop**

Si vous poursuivez le démontage, vous devrez ôter les cartes (vidéo, réseau, USB, etc.) de la carte mère. Ces dernières sont le plus souvent fixées au boîtier à l'arrière par leur étrier, lui-même maintenu en place par une vis. Pour les enlever, titrez-les par l'intérieur du boîtier en angle droit par rapport à la carte mère pour dégager leur connecteur interne (les reliant à la carte mère) ainsi que le bas de l'étrier (qui est maintenu au bord de la fente du boîtier correspondant à la carte extraite).



Notez que certaines cartes possèdent, à l'extrémité de leur connecteur interne, un ergot qui se loge dans un dispositif de verrouillage, situé sur la carte mère. Cela évite leur déconnexion intempestive (cartes lourdes) lors des transports des unités.





Figure 6-4. **Carte vidéo démontée (notez l'ergot et le verrou du connecteur)**

Si vous devez démonter le bloc alimentation, après avoir déconnecté ses différents câbles de la carte mère et des périphériques (veillez à bien repérer les emplacements des connecteurs), retirez simplement les vis le reliant au boîtier. Ces dernières se situent en général à l'arrière de l'unité. Vous devrez parfois, dans les petits boîtiers (desktop ou µATX), faire un peu de place autour du bloc pour pouvoir l'extraire sans endommager les circuits de la carte mère.

Enfin, si vous devez extraire la carte mère de l'unité, déconnectez-la tout d'abord complètement en repérant bien les différents câbles et connecteurs pour le remontage. La carte est fixée au boîtier par de multiples vis qu'il suffit de retirer. Elle doit ensuite s'ôter très aisément du boîtier. Là encore, vous devrez peut-être démonter d'autres éléments de l'unité (un ventilateur, par exemple) pour y parvenir sans la soumettre au contact de parties qui pourraient endommager ses circuits.

Attention à la reconnexion !

Les connecteurs reliant les éléments fixes du boîtier (voyants lumineux, interrupteurs, haut-parleur, connecteurs de façade...) ne sont pas souvent munis de détrompeurs. Aussi est-il facile de se tromper lors de la reconnexion soit en les inversant soit en se trompant de sens de connexion. Je vous conseille de numéroter les câbles et les connecteurs par des traits de feutre indélébile. Vous devrez souvent réaliser un petit plan à main levée pour dissiper tout risque d'erreur à la reconnexion, surtout si celle-ci doit avoir lieu plusieurs jours ou semaines après le démontage. Repérez, en particulier, la couleur des fils pour ne pas inverser le sens de branchement d'un câble et éviter ainsi quelques fumées fort désagréables.

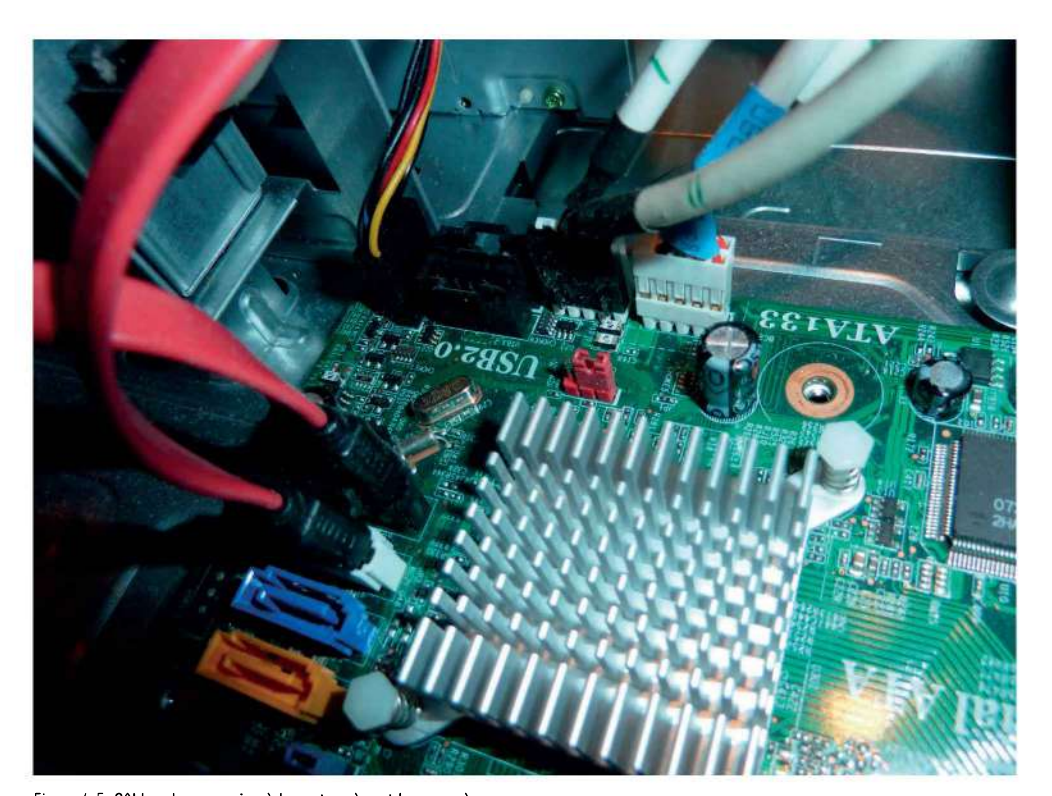


Figure 6-5. **Câbles de connexion à la carte mère et leurs repères**

Le remontage se fera bien entendu dans le sens inverse en prenant toutes les précautions d'usage pour protéger les circuits, câbles connecteurs, périphériques, etc. Avant d'effectuer un remontage complet, je vous recommande de réaliser les étapes suivantes de maintenance préventive (elles pourraient payer par la suite).

1 À l'aide d'un pinceau et d'un aspirateur, ôtez la poussière de tous les filtres, grilles d'aération, radiateurs et ventilateurs ; insistez bien en démontant si nécessaire le ventilateur, les radiateurs de refroidissement du processeur et les composants de la carte vidéo.

2 Procédez de même pour toutes les autres surfaces présentant des traces de poussière.

3 À l'aide d'une bombe de nettoyant pour contacts, nettoyez ensuite les connecteurs.

4 Enfin, remplacez la pâte thermique située entre les circuits (processeur, vidéo…) et la surface de contact du radiateur après démontage et nettoyage à l'alcool isopropylique. La pâte thermique qui permet un refroidissement optimal des composants à forte consommation électrique peut en effet sécher et devenir très inefficace au bout de quelque temps.



Figure 6-6. **Microprocesseur et pâte thermique**



N'aspirez jamais directement la poussière avec le tuyau de l'aspirateur qui risquerait de faire des dégâts au niveau des circuits et composants à la manière d'un éléphant pénétrant dans un magasin de porcelaine.



DIAGNOSTIC DES DÉFAILLANCES DES ORDINATEURS DE BUREAU

L'ordinateur ne s'allume pas

Les causes de ce dysfonctionnement général peuvent être multiples : en partant du câble d'alimentation électrique, en passant par le socle récepteur de ce câble qui peut être défectueux, le bloc alimentation en lui-même mais aussi la carte mère ou ses périphériques. Il va donc falloir procéder par élimination et dans le bon ordre.

Tout d'abord, éliminer rapidement les défauts d'arrivée de la tension du secteur sera facile. Vous devrez ensuite vérifier si le bloc alimentation est défectueux ou non. Dans ce dernier cas, c'est donc la carte mère ou l'un de ses périphériques qui sera la cause de ce dysfonctionnement.

Le test d'une alimentation d'ordinateur isolée est en général facile, le chapitre 8 consacré au dépannage des alimentations décrit les possibilités de test. Une façon plus simple est de permuter une alimentation suspicieuse par une autre de même type ou équivalente et réputée fonctionnelle.

Bien entendu, si l'ordinateur démarre avec l'alimentation permutée, le doute est levé et le bloc alimentation est à changer ou à réparer, ce que je préfère bien que financièrement, vu le faible coût d'un bloc alimentation (en tous cas pour les blocs standards), le dépannage ne soit guère rentable. Sur le plan de la satisfaction personnelle, il en va différemment, n'apprend-on pas en dépannant ? Je reste persuadé que chaque panne élucidée est une source d'apprentissage toujours utile pour la suite. C'est ce qu'on appelle l'expérience je crois !

En revanche, si l'alimentation est fonctionnelle, il faudra rechercher la cause au niveau de la carte mère et de ses périphériques. Au niveau de la carte mère, les deux raisons majeures sont :

- le signal de commande d'alimentation n'est pas transmis à l'alimentation (cas des alimentations de type ATX et ultérieures) ;
- un court-circuit ou une surcharge des lignes d'alimentation empêche l'alimentation de fournir ses tensions (mise en sécurité).

Dans la première situation, il y a fort à parier que la carte mère est fautive, et dans le meilleur des cas, c'est le microprocesseur qui sera défectueux.

Dans le second cas de figure, il sera parfois très instructif de débrancher tous les périphériques de la carte mère et de vérifier si la mise sous tension s'effectue alors. Si elle se fait, la remise un par un des périphériques désignera le coupable qu'il suffira de remplacer (ou dépanner mais cela est souvent très délicat voire impossible en raison de l'absence totale de documentation technique de maintenance et de la présence de composants spécifiques). J'ai vu ainsi fréquemment des courts-circuits engendrés par des cartes vidéo haut de gamme défectueuses (car comme toujours : puissance = échauffement = fiabilité moindre).

N'oubliez pas dans cette phase de recherche de déconnecter également les barrettes mémoire susceptibles elles aussi de perturber le fonctionnement global d'une unité.





Figure 6-7. Connecteur VGA femelle masqué par un cache sur une tour de PC

Pour continuer, vous aurez besoin d'un affichage vidéo. Dès lors, comment s'assurer que la carte vidéo n'est pas la cause du problème ? Si les circuits vidéo sont intégrés à la carte mère, on ne pourra pas les dissocier. En revanche, s'il s'agit d'une carte périphérique, son retrait de l'unité centrale pourra régler le problème de mise en route électrique, ce qui sera déjà un indice de sa probable culpabilité. Cependant, vous ne pourrez pas « voir » ce qui se passe vraiment sans sortie vidéo (afin de lever le doute lors du diagnostic). En effet, bon nombre de cartes mères possèdent un circuit vidéo intégré inutilisé et qui est mis hors fonction dès qu'une carte vidéo est détectée à la mise en marche. Lorsque la carte vidéo est absente, ces circuits reprennent leur rôle et permettent de connecter le moniteur écran de l'ordinateur. Leur sortie (connecteur VGA en général) est située à l'arrière du boîtier de l'unité et est parfois masquée par un capot plastique pour éviter les erreurs de branchements de l'écran moniteur PC. L'utilisation des circuits vidéo intégrés vous épargnera l'achat parfois coûteux d'une carte vidéo de remplacement sans être sûr de l'état du reste de l'ordinateur.

L'ordinateur s'allume et un affichage apparaît mais il ne s'initialise pas

L'ordinateur se met en marche électriquement, le voyant de mise sous tension s'allume, le ou les ventilateurs fonctionnent mais aucune image n'apparaît. Il y a fort à parier que la carte mère ou l'un de ses périphériques est en cause. On vérifiera tout de même les tensions issues de l'alimentation avant de procéder à la déconnexion des périphériques et des barrettes mémoire pour déceler éventuellement le fautif. Il se peut aussi que l'unité émette plusieurs bips sonores dont la signification peut être trouvée dans la documentation relative à la carte mère. La panne peut également être due à la défaillance du processeur ; seul le remplacement de ce dernier par un modèle équivalent ou compatible (nécessitant peut-être des réglages adaptés sur la carte mère à l'aide de cavaliers) pourra lever le doute, mais il y a un inconvénient, car si le processeur a été détruit par sa carte mère défaillante, le résultat risque d'être le même avec le nouveau. Le mieux est de pouvoir essayer son microprocesseur sur une autre carte mère fonctionnelle par ailleurs. Bien évidemment, cette fois encore, le processeur défectueux peut détruire la carte mère servant à l'essai ; mais pour ma part, je n'ai jamais rencontré de tel cas.

Si la recherche se révèle infructueuse, la carte mère reste le dernier élément suspecté : son dépannage relève de la difficulté extrême (absence de documentation) mais on pourra cependant vérifier les tensions au niveau des condensateurs de filtrage (électrochimique) et des régulateurs de tension éparpillés sur la carte. Ils sont repérables par leur aspect et leur fiche technique *(datasheet)* renseignera sur leur rôle.

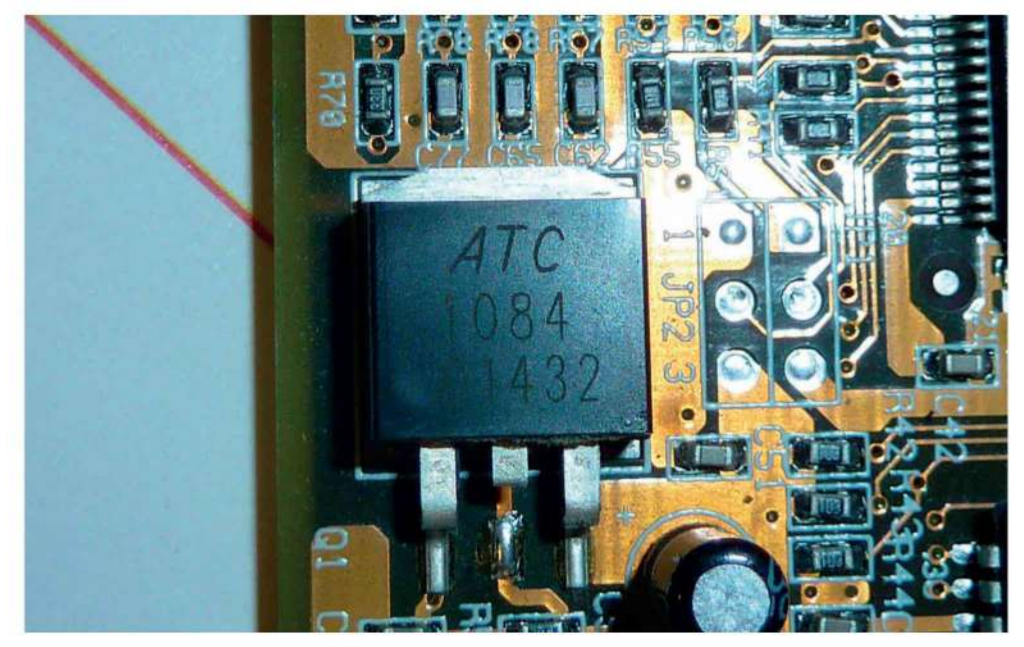


Figure 6-8. Circuit régulateur de tension ATC1084 près de son condensateur de filtrage

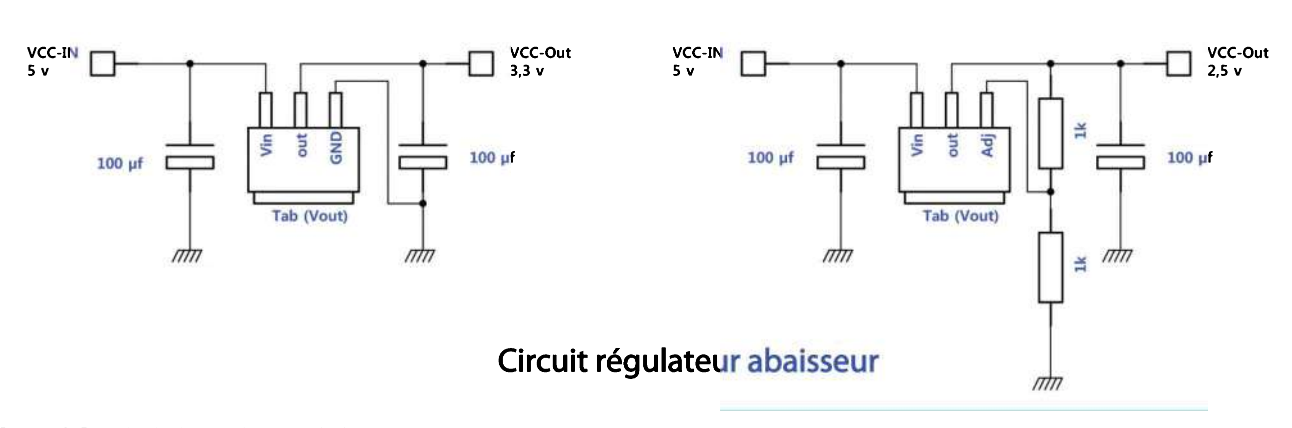


Figure 6-9. Exemple d'utilisation du circuit régulateur

L'ordinateur s'allume mais aucun affichage n'apparaît sur l'écran

L'ordinateur se met en marche électriquement, le voyant de mise sous tension s'allume, le ou les ventilateurs fonctionnent, une image apparaît (le plus souvent un texte), mais l'ordinateur ne parvient pas à initialiser son système d'exploitation. Dans ce cas, il y a de l'espoir ! En effet, la présence d'une image ou d'un texte indique que le fonctionnement des circuits est certes imparfait et partiel mais non nul, en particulier le processeur : le problème est soit électronique, soit dû au logiciel.

Essayons de déterminer la cause, sachant que le dépannage du logiciel n'entre pas dans le cadre de ce livre, en procédant par ordre !

1 Tentez d'abord une initialisation du système par un CD ou une clé USB afin de voir si le problème n'est pas dû au logiciel ou au disque dur sur lequel ce logiciel est chargé.

2 Faites une observation visuelle très attentive de la carte mère à la recherche de traces de surchauffe, de brûlures ou de condensateurs électrochimiques « gonflés ». Cela peut aussi vous guider vers le chemin qui mène à l'intrus.

3 Observez bien les textes apparaissant à l'écran et pouvant indiquer une défaillance sous forme d'un message d'erreur (par exemple *No keyboard present* qui guidera vers l'intrus).

4 Si le clavier est opérationnel, essayez de passer en mode « paramètres du BIOS ». Le plus souvent, la façon de se rendre dans les réglages du BIOS apparaît à l'écran (F2, par exemple) ou tentez d'enfoncer la touche Suppr. ou Delete durant la phase d'allumage. Relevez alors si la date est correcte, si la configuration indiquée est conforme (type de processeur, mémoire installée, unités de stockage installées, etc.). À ce stade, certaines cartes mères permettent également de vérifier les tensions d'alimentation et la température des circuits. Ces vérifications pourront vous mettre sur la piste de l'élément fautif.

5 Tentez de remettre les paramètres par défaut du BIOS, cela se fait par une touche de fonction indiquée dans le menu des paramètres BIOS. N'oubliez pas de sortir de ces paramètres en sauvegardant les modifications. Vérifiez alors si l'ordinateur peut initialiser le système.

6 Passez à la vérification des tensions sur les circuits internes de la carte mère et surtout de leur « bruit » qui ne doit pas dépasser 100 mV crête à crête. Dans le cas contraire, vérifiez ces circuits et leurs condensateurs de filtrage (électrochimiques).

Dans l'exemple des condensateurs gonflés sur la figure 6-10 (il y en avait neuf mais seulement deux avaient des valeurs mesurées au multimètre très incorrectes, ils ont naturellement tous été remplacés), l'ordinateur s'arrêtait au moment de l'initialisation en indiquant la quantité de mémoire vive installée correcte. En retirant une barrette mémoire sur les deux présentes, l'ordinateur s'initialisait et fonctionnait correctement, un premier soupçon s'orientait donc sur la barrette mémoire. Toutefois, cette même barrette, d'abord retirée puis réinstallée seule, permettait également le fonctionnement correct de l'ordinateur. Il ne s'agissait donc pas d'une barrette défaillante. L'observation de la carte a vite révélé les condensateurs « gonflés ». Si j'avais commencé par cela, j'aurais évité les essais des cartes mémoire. Faites ce que je dis, pas ce que j'ai fait !

Le remplacement des neuf condensateurs (tous de la même valeur) a permis de rendre le fonctionnement de la carte stable. Un réparateur aurait diagnostiqué avec raison une carte mère défectueuse et probablement vendu un autre ordinateur vu le coût d'une carte mère, de son processeur et de sa mémoire (qui auraient immanquablement été remplacés). Cet exemple montre d'une part combien il est facile de donner un mauvais diagnostic et, d'autre part, combien il est important d'effectuer un examen visuel attentif, ce qui permet de faire gagner du temps et souvent de l'argent.

Si le problème vient du logiciel, ce peut être une défaillance de l'unité disque sur laquelle est installé le système d'exploitation. Des logiciels de test des unités de disques permettront alors de voir si ce dernier est défectueux. Si ce n'est pas le cas, il se peut qu'un virus ou toute autre cause ait détruit ou endommagé les données du logiciel qui devra donc être rechargé.

Enfin, la mémoire peut aussi être la cause de ce problème, Vous trouverez facilement sur Internet (Memtest86, par exemple) des logiciels de test intensif de la mémoire qui permettent de juger de la qualité de cette dernière.





Figure 6-10. **Condensateurs « gonflés » sur une carte mère**

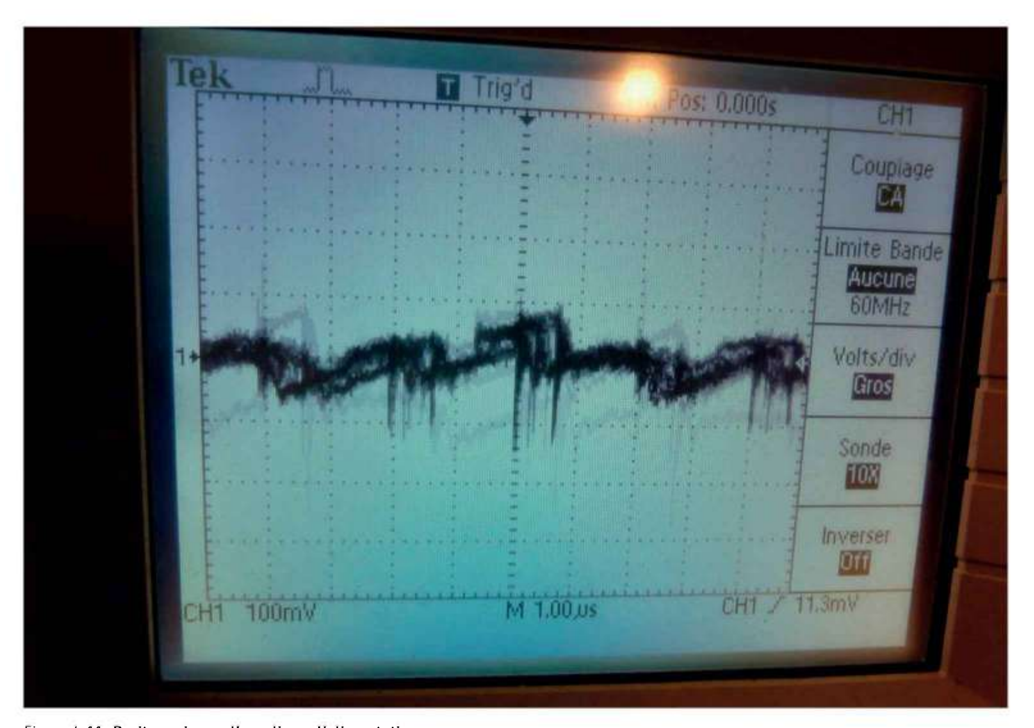


Figure 6-11. **Bruit au niveau d'une ligne d'alimentation**

L'ordinateur s'allume mais s'avère très instable

Dans cette situation je vous recommande de reprendre les étapes du cas précédent. Le plus souvent il s'agira d'un problème de condensateurs, ou d'un processeur ou d'une mémoire défectueux, ou bien encore d'une carte mère bien malade. Puisqu'un fonctionnement est constaté, vous pourrez tenter

de vérifier le bon fonctionnement de la mémoire à l'aide du logiciel Memtest86 (par exemple). Ce dernier, permet un test hors système d'exploitation ; on le trouvera en téléchargement gratuit. Vous pourrez le graver sur CD ou DVD pour ensuite le charger et initialiser tout ordinateur. Veillez à bien paramétrer les options du BIOS de l'ordinateur afin que l'unité CD/DVD soit utilisée pour amorcer le système.

Le casse-tête des pannes intermittentes

Les problèmes de stabilité et les pannes intermittentes sont les plus difficiles à déceler et à réparer. On ne sait jamais pourquoi ces pannes ne se manifestent que très rarement devant le dépanneur et toujours trop furtivement pour laisser le temps au diagnostic. De plus, leur réparation est souvent ardue car aucun élément n'est vraiment totalement défectueux, aussi la panne qui semble avoir disparu peut à tout moment réapparaître lorsque le réparateur n'est plus là.

À moins bien entendu que le logiciel ne soit la cause de tout cela et provoque les instabilités. Pour effectuer un test de l'ordinateur sans le système d'exploitation (Windows en général), téléchargez une version Linux (Ubuntu, par exemple), gravez le disque d'installation sur un DVD et chargez ce DVD en mémoire. Il existe en effet dans Ubuntu (entre autres) une option d'essai du logiciel qui ne s'installe pas mais fonctionne uniquement en mémoire. Ce test permettra de se rendre compte de la stabilité de la machine sans toutefois prouver à 100 % que le problème soit dû au système d'exploitation.

Pour contrôler l'instabilité d'un ordinateur et tenter de déterminer si elle vient de l'installation du système d'exploitation ou de l'électronique, vous pourrez installer un disque dur temporaire et réinstaller le système d'exploitation, ou utiliser une version de Linux permettant un test sans installation.

Dépannage des éléments d'un ordinateur de bureau

Nous avons vu l'architecture interne d'un ordinateur de bureau, qui est toujours la même. Aussi, nous allons désormais passer en revue les différents éléments constitutifs d'un ordinateur et leur remise en état de marche.

Le boîtier, constitué de quelques connecteurs, câbles de liaisons, voyants et interrupteurs, se révèle facile à dépanner, le plus compliqué étant de trouver les interrupteurs, parfois spécifiques, et obligeant quelquefois à un petit retravaillage du boîtier pour y adapter un composant différent. Par ailleurs, il est aisé de réparer les câbles et connecteurs et de les trouver en remplacement.

Carte mère et cartes périphériques



Figure 6-12. **Vue de dessus d'un microprocesseur**

La documentation au niveau de ces cartes et leurs composants est si rare que leur dépannage sera très souvent impossible mis à part ce qui concerne leurs alimentations internes (condensateurs ou régulateurs de tension) comme nous l'avons vu précédemment. Bien entendu, faisant partie de la carte mère, les barrettes mémoire ou le processeur pourront se révéler défectueux et être changés, mais non dépannés en eux-mêmes.

Un microprocesseur, systématiquement monté sur un support avec verrouillage, sera toujours facile à remplacer. Cependant, vous devrez être très méticuleux pour démonter son radiateur. De plus, lors de la remise en place du processeur, il vous faudra utiliser de la pâte thermique à placer sur la surface du processeur en contact avec le radiateur.

Le reste des circuits d'une carte mère, ceux d'une carte vidéo (y compris la mémoire en général soudée et non amovible) ou d'une carte d'interface seront rarement réparables et le coût d'une carte de remplacement ne justifierait pas les innombrables heures qu'il faudrait y passer, souvent en pure perte. Toutefois, je respecte les puristes qui s'aventureraient dans ce projet de réparation car ils y apprendront sûrement beaucoup, même en cas d'échec.

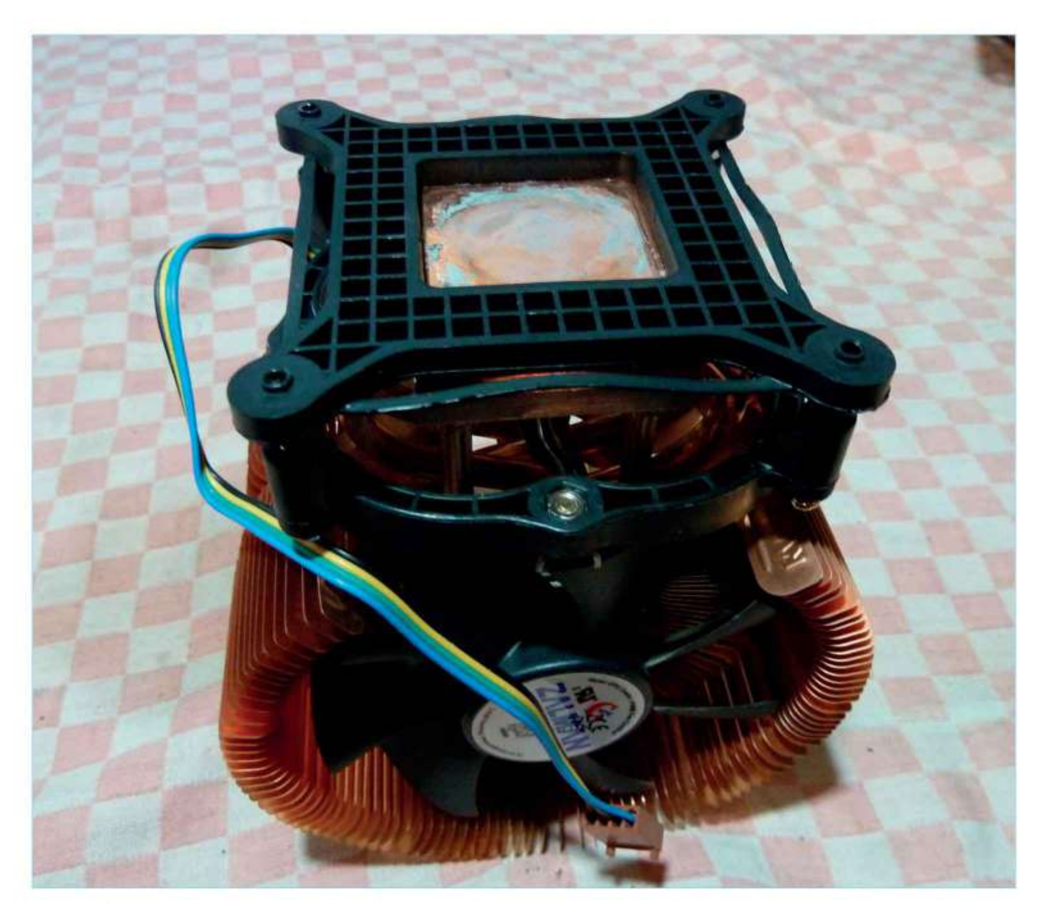


Figure 6-13. Radiateur de microprocesseur récent

Pensez également que bon nombre de cartes d'ordinateur comportent des micrologiciels au sein de mémoires ROM.

Respectez les caractéristiques de la carte mère

Lors du remplacement d'une ou plusieurs barrettes mémoire, soyez attentif aux caractéristiques de la carte mère (type de mémoire supportée, vitesse et capacité maximales autorisées par barrette et au total). Certaines cartes mères sont très sensibles et le choix de la mémoire adéquate est primordial.

De même, on ne peut pas mettre n'importe quel microprocesseur sur une carte mère. Reportez-vous aux prescriptions du fabricant pour choisir les bons composants.



Figure 6-14. **Barrettes mémoire d'ordinateur de bureau**

Changement de la pile de la carte mère

Lorsque l'ordinateur perd la date, l'heure, retarde régulièrement ou signale une erreur au moment de la mise sous tension *(checksum error)*, il est très probable qu'il souffre de l'épuisement de sa pile de sauvegarde du BIOS (paramètres de mise sous tension). En effet, tout ordinateur de bureau a besoin de garder en mémoire ses paramètres de démarrage ainsi que l'heure et la date, cela se fait dans ses circuits BIOS qui restent alimentés alors même que l'ordinateur est débranché.

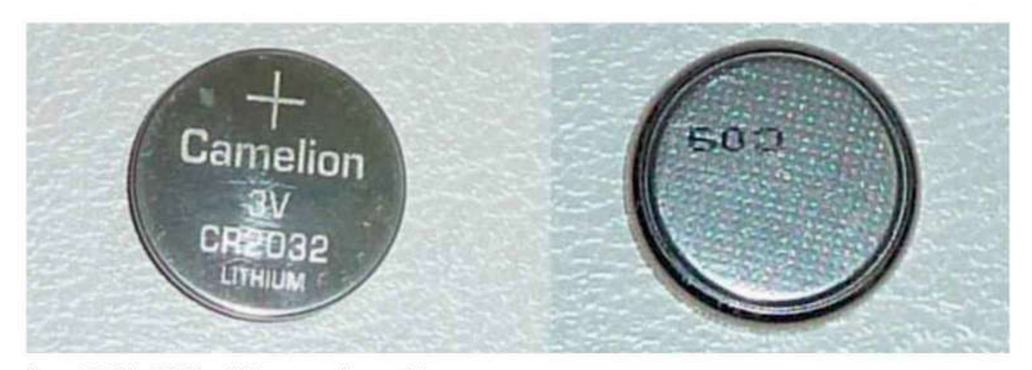


Figure 6-15. **Pile CR2032 au lithium pour ordinateur de bureau**

Il suffit donc de changer la pile ou la batterie qui maintient ces circuits sous tension. L'accès à cette pile est aisé, car elle se situe sur la face composants de la carte mère, placée dans un support qui permet son échange instantanément. Pour changer l'élément, prenez soin de vous procurer un modèle parfaitement identique (en général CR2032). Lorsque la pile est retirée de son support, l'alimentation de l'ordinateur étant débranchée, on utilisera le petit pont amovible *(jumper)* qui permet de remettre à zéro les paramètres du BIOS avant de placer la nouvelle pile dans son support.

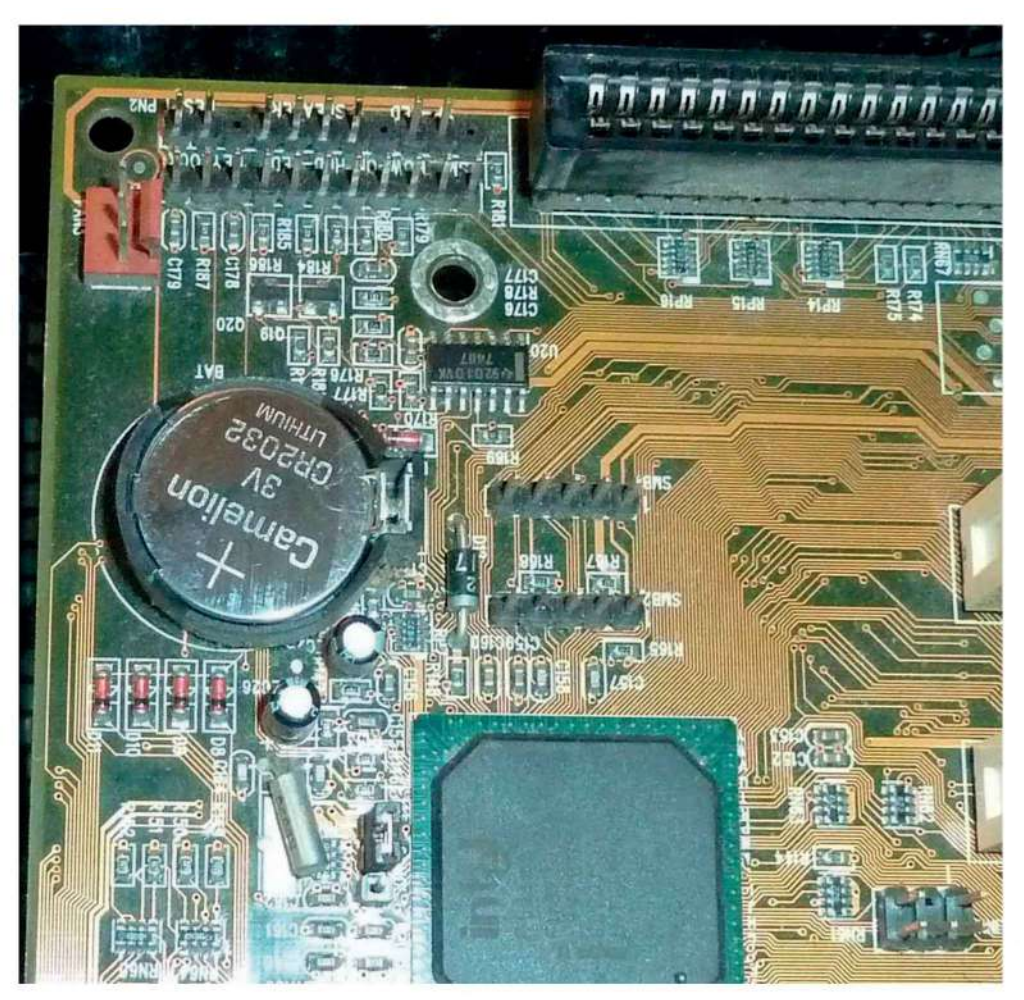
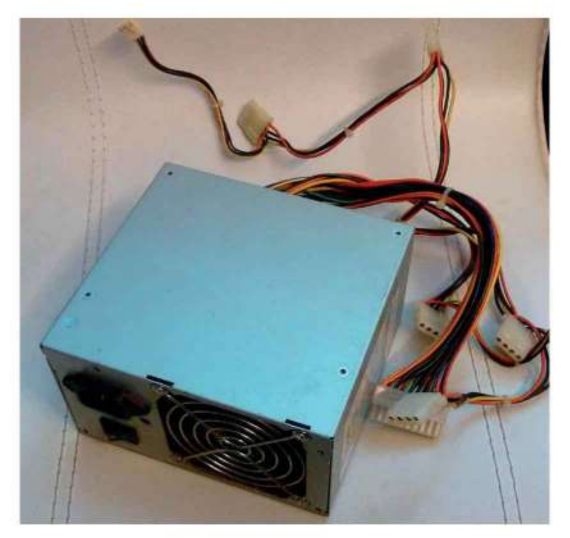


Figure 6-16. **Pile CR2032 dans son support**

À la prochaine mise en marche de l'ordinateur, vous devrez paramétrer à nouveau le BIOS. Il existe en général une option permettant de recharger les paramètres par défaut permettant un démarrage. N'oubliez pas cependant de modifier heure et date.


Figure 6-17. Bloc alimentation ATX standard pour ordinateur de bureau

Alimentations

Les alimentations d'ordinateurs sont toutes à découpage ; elles sont comme toutes les alimentations sujettes à des pannes et en général assez facilement réparables. Bien que leur faible coût de remplacement et le handicap que représente un ordinateur immobilisé dissuadent souvent le propriétaire de recourir au dépannage préférant un remplacement quasi immédiat, vous pouvez vous référez au chapitre 8 traitant des alimentations pour réparer une alimentation d'ordinateur.

Une seule particularité à comprendre concerne les alimentations télécommandées par la carte mère (100 % des alimentations récentes) et pour lesquelles il faudra, lors des tests à effectuer hors connexion à la carte mère, générer le signal de mise en marche (Power on).

Unités de stockage (disques durs, CD/DVD...)

Certains témoignages relatent de dépannages réussis ; cependant le nombre de cas possibles me semble très limité et, une fois de plus, notez le faible coût des matériels de remplacement qui est de plus en constante évolution, permettant d'obtenir de meilleures performances ou un volume de stockage plus important.


Figure 6-18. Disque dur IDE 3,5 pouces pour ordinateur de bureau

Certains disques durs peuvent être réparés, semble-t-il (je n'en ai pas fait l'expérience), si le problème vient de l'interface électronique et non pas du disque en lui-même. En changeant la partie électronique récupérée sur un autre disque parfaitement identique (attention au micrologiciel), cela permet ainsi de récupérer des données. Ces platines électroniques se trouvent parfois sur les sites d'enchères sur Internet.



Lors du remplacement d'un disque dur par un disque de plus grande capacité, soyez attentif aux caractéristiques de la carte mère (interface IDE ou SATA...) et à ses possibilités d'accepter un disque de capacité plus importante.

Les ordinateurs portables

ARCHITECTURE DES ORDINATEURS PORTABLES

Les ordinateurs portables sont constitués :

- d'une carte principale comportant l'ensemble des circuits à l'exception :
  - des circuits d'alimentation toujours externes (bloc secteur) ;
  - des circuits vidéo qui se présentent parfois sous forme d'une carte enfichable (mais souvent intégrés à la carte mère) ;
  - des circuits d'alimentation du rétroéclairage ;
- de périphériques de stockage :
  - disque dur conventionnel (plateaux magnétiques à rotation mécanique) ;
  - ou disque SSD, en fait une mémoire à semi-conducteurs utilisée comme stockage de masse ;
  - lecteur et/ou graveur optique multimédia CD et/ou DVD et/ou Blu-ray ;
- de dispositifs auxiliaires tels que :
  - dispositif de pointage (pavé tactile/touchpad) ;
  - interrupteurs de commandes et voyants ;
  - haut-parleurs ;
- de connecteurs d'entrées-sorties.

DÉMONTAGE DES ORDINATEURS PORTABLES

Le démontage d'un ordinateur portable est souvent délicat : la casse du boîtier est malheureusement facile si on ne s'y prend pas correctement, dans le bon ordre et avec délicatesse. En effet, la taille, le poids et la forme des ordinateurs portables ont priorité sur les considérations de dépannage et ces appareils ne sont pas conçus pour être démontés. Seul l'accès aux éléments majeurs (mémoire, disque et parfois refroidissement et processeur) sont assurés par des trappes amovibles afin de permettre les modifications ou remplacement de ces éléments.

Pour le reste, il faut considérer le boîtier de base sur lequel se trouvent le clavier et le couvercle écran. Dans tous les cas, l'ordre suivant devra être respecté.

1 Retrait de la batterie.

2 Ouverture et retrait des différentes trappes d'accès.

3 Retrait du lecteur/graveur optique : une vis située en dessous de l'ordinateur positionnée au niveau de l'extrémité du lecteur/graveur retient ce dernier. Une fois retirée, le lecteur pourra être extrait en le tirant vers l'extérieur.

4 Retrait du disque dur (si accessible hors démontage du boîtier) : en général ce disque est enfiché dans son connecteur et peut être retiré facilement par la trappe d'accès. Il est quelquefois englobé dans un « caddie » et/ou vissé au châssis de l'ordinateur.



Figure 6-19. Lecteur/graveur de DVD pour ordinateur portable. Notez la patte de la vis de fixation

5 Retrait du clavier : pour ce faire, le clavier est en général clipsé dans son logement, et il faut glisser une lame de couteau ou de tournevis fin dans sa partie supérieure en contact avec le logement pour déclipser et soulever ce dernier qui s'extrait alors par basculement de sa partie arrière. Les claviers sont parfois maintenus solidaires du boîtier par une ou plusieurs vis dissimulées sous un cache à retirer auparavant. Il faut à ce moment prendre garde de ne pas détériorer son câble de liaison plat le reliant à la carte mère et déconnecter ce dernier soit par simple extraction vers l'arrière de son connecteur, soit en déverrouillant au préalable le connecteur.



Figure 6-20. Clavier dans son emplacement du capot supérieur

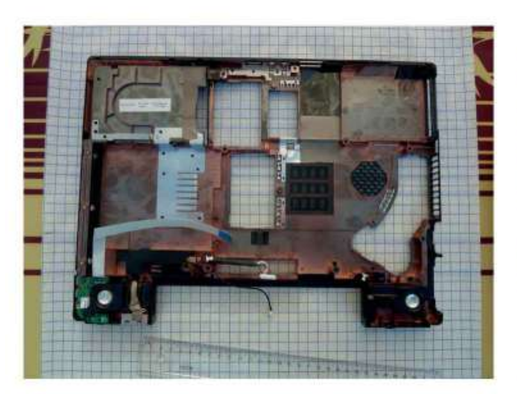
6 Dévissage de toutes les vis apparentes du boîtier, y compris les charnières du couvercle.

7 Si possible, désolidarisez le couvercle du boîtier en prenant soin de ne pas forcer sur le câble reliant l'écran à la carte mère. Extrayez ce câble de son connecteur si possible.

8 À l'aide d'une lame fine pas trop coupante, recherchez tout autour du boîtier les points de fermeture par clipsage du boîtier afin de séparer les deux coques. Attention ! Il reste des câbles à déconnecter (pavé tactile, interrupteurs et voyants, etc.) pour libérer la coque supérieure et quelquefois également la coque inférieure.

9 Pour ouvrir le couvercle intégrant l'écran, retirez les vis (souvent cachées par des plots en caoutchouc) et déclipsez ce dernier tout autour.

10 Une fois les coques désolidarisées, les opérations délicates sont terminées et l'accès aux différents éléments de l'ordinateur est facile.



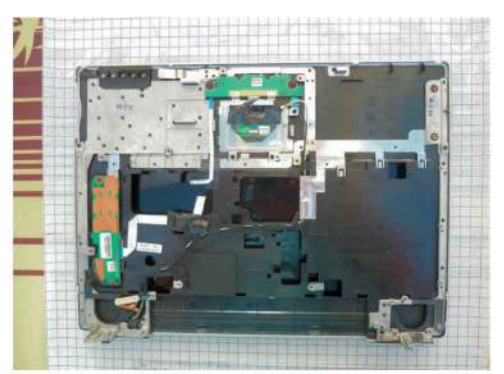


Figure 6-21. **Vue des deux demi-coques d'un ordinateur portable**

Chaque ordinateur a sa propre logique de démontage et en l'absence de documentation à ce sujet, il faut chercher et imaginer ce que chaque étape de démontage peut être. Je ne vais pas vous mentir, c'est plus difficile à réaliser qu'à décrire ! Heureusement, il existe parfois sur Internet des tutoriels de démontage bien utiles. Si vous n'en trouvez pas, lorsque vous serez parvenu à démonter votre appareil, pourquoi ne pas en faire profiter la communauté des internautes en écrivant votre propre tutoriel illustré de photos ?

Le remontage se fera en ordre inverse en respectant les câbles et les éléments de la carte mère très fragiles. Il est fréquent de se retrouver avec des vis en trop ou de monter les mauvaises vis qu'il faut alors forcer pour visser. Si c'est le cas attention, une vis trop longue peut endommager le boîtier ou pire, la carte mère.

Démonter un ordinateur portable est une opération très délicate et la casse facile, tout comme la destruction des éléments électroniques, câbles, etc., est fréquente si on ne réalise pas ces opérations avec calme et sans forcer tout en vérifiant les contacts intempestifs toujours possibles avec des éléments pointus (bord de capot, charnières) et ses outils bien entendu. Il est recommandé de dessiner un plan de la position des différentes vis selon leur taille et de l'emplacement des connecteurs. Une série de photos pourra également être utile.

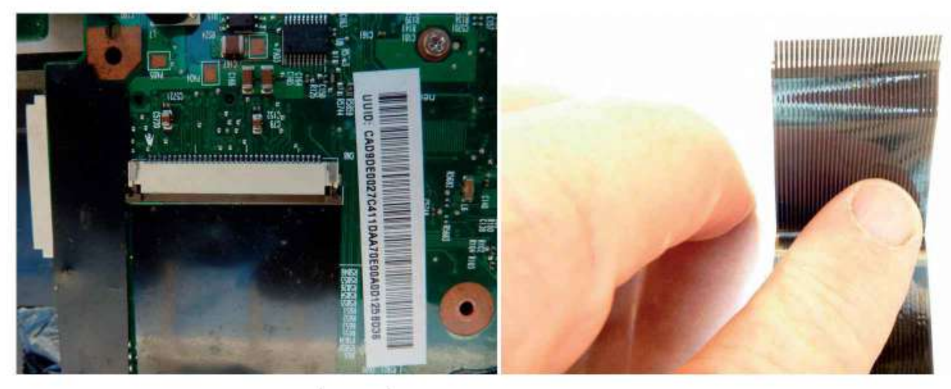


Figure 6-22. **Câble plat et son connecteur (à gauche)**

On fera particulièrement attention aux connecteurs qui ont toujours une languette de verrouillage soit à basculement (on tire la languette vers soi pour la faire pivoter de 90°), soit à tirer dans le sens de sortie du câble plat. Il faut également être très prudent en remettant en place les connecteurs coaxiaux des antennes Wi-Fi qui sont très fragiles.

DIAGNOSTIC DES DÉFAILLANCES DES ORDINATEURS PORTABLES

L'ordinateur ne s'allume pas

La première vérification à faire sera bien entendu de s'assurer que le bloc alimentation délivre bien la tension et la puissance désirées à l'ordinateur. On ne se contentera pas d'une vérification à vide, il sera bon de placer une ou deux lampes halogènes 12 V - 20 W à 50 W en série, selon la tension délivrée par le bloc alimentation, afin de vérifier le fonctionnement en charge du bloc alimentation.

Une autre méthode consistera à se confectionner une allonge avec une prise identique afin de pouvoir relever la tension à vide et avec le bloc alimentation connecté. Si ces premiers essais sont concluants, on pourra tenter de déconnecter la mémoire si celle-ci est amovible et voir si l'ordinateur s'allume. Cela sera le signe probable d'une panne due à la mémoire. Dans le cas contraire, le problème sera malheureusement dû à la carte mère ou aux processeurs qu'elle renferme.

L'ordinateur fonctionne mais est instable

La première des recommandations est de ne pas attendre, cela ne se répare jamais seul et, s'il s'agit bien d'un problème matériel, le temps risque de provoquer des dommages irréversibles. S'il s'agit d'un problème de logiciel, ne pas attendre non plus car il pourra s'agir d'un virus qui, avec le temps, finira par infecter le système à un niveau difficilement corrigeable. Les investigations à mener doivent être faites dans l'ordre.

1 Passage d'un test mémoire autonome (Memtest86 par exemple).

2 Examen du disque dur et correction des erreurs éventuelles soit par un utilitaire autonome, soit par l'utilitaire du système d'exploitation.

3 Examen complet par un antivirus à jour.

4 Examen complet par un antimalware à jour.

5 Application de toutes les mises à jour du système d'exploitation.

Si le problème persiste, on pourra essayer d'installer un système d'exploitation en plus du système existant à condition d'avoir assez de place sur le disque et surtout quelques talents en matière de logiciel car l'opération n'est parfois pas simple. On pourra aussi tester la stabilité de la machine avec un logiciel fonctionnant uniquement sur CD/DVD ou clé USB. Là encore, cela n'est pas du ressort du non-spécialiste.



Pour tester un ordinateur instable et tenter de déterminer si l'instabilité vient de l'installation du système d'exploitation ou de l'électronique, on pourra soit utiliser un disque dur temporaire et réinstaller le système d'exploitation, soit utiliser une version de Linux permettant un test sans installation.

Tout cela est lourd certes, mais permettra de déterminer si le problème est dû au matériel ou au logiciel. Personnellement, je commencerais, après avoir vérifié la mémoire, à penser à éliminer au plus vite un éventuel problème de refroidissement très courant sur les ordinateurs portables.

Écran cassé, l'ordinateur fonctionne sur écran externe

Pas d'autre choix que de changer l'écran : un écran cassé ou fêlé est irréparable. Voir ci-dessous les recommandations concernant le changement d'un écran LCD : elles s'appliquent à un téléviseur, à un moniteur informatique mais également à un ordinateur portable.

L'ordinateur s'allume : pas d'image, mais il fonctionne sur écran externe

La sortie écran externe permet de vérifier le bon fonctionnement de l'ordinateur sur un moniteur externe.

1 **Premier cas :** on peut vérifier à l'aide d'une lampe de poche que l'image est bien présente mais l'écran n'est pas rétroéclairé. Il s'agit d'une panne de rétroéclairage souvent réparable.

2 **Deuxième cas :** aucune image n'apparaît, l'écran est probablement hors service et à remplacer. Dans le meilleur des cas, son câble de liaison est mal enfiché ou coupé au niveau de la charnière.

3 **Troisième cas :** si on est sûr que l'écran du portable est hors de cause, il y a très peu de risque que l'unité centrale (carte mère) de l'ordinateur soit défectueuse, par contre il peut y avoir un problème au niveau du circuit graphique qui n'est pas toujours enfichable, très coûteux et difficile à trouver. À part si on dispose d'une carte graphique enfichable de secours (récupération ?), le dépannage doit être écarté, son coût et le risque d'échec étant très important.



Il y a parfois plusieurs sorties vidéo (HDMI et VGA par exemple ou SVHS et VGA), et il se peut qu'une sortie soit défaillante alors que l'autre fonctionne. Il est donc prudent de toutes les tester.

Image déformée, tremblante ou couleurs incorrectes

1 **Premier cas :** le fonctionnement sur écran externe n'est pas correct ou inexistant. L'unité centrale (carte mère) de l'ordinateur est en cause. Il s'agit probablement du circuit graphique qui n'est pas toujours enfichable, très coûteux et difficile à trouver. À part si on dispose d'une carte graphique enfichable de secours (récupération ?), le dépannage doit être écarté, son coût et le risque d'échec étant très importants.

2 **Second cas :** le fonctionnement est correct sur un écran externe, cela est très probablement dû à l'écran de l'ordinateur qui est hors service et à remplacer. Ce cas se constate notamment si les couleurs sont « baveuses », si l'image semble inversée (effet négatif) ou si une forte rémanence provoquant des traînées de couleur apparaît. Dans le meilleur des cas son câble de liaison est mal enfiché ou coupé au niveau de la charnière, mais c'est peu probable.

Le problème peut également être dû à une surchauffe de la carte mère ayant provoqué la destruction de certaines soudures situées sous les circuits intégrés et impossibles à réparer. Toutefois, il arrive qu'on puisse prolonger la vie de l'ordinateur en pressant mécaniquement sur le circuit en cause. Ceci n'est qu'un pis-aller parfois efficace malgré tout.

Veillez au bon refroidissement de l'ordinateur

En règle générale, les ordinateurs portables chauffent et il arrive souvent que les circuits graphiques ou les cartes mères soient détruits par un excès de chaleur résultant d'un mauvais refroidissement. C'est pourquoi il faut périodiquement nettoyer les ouïes d'aération situées sous l'ordinateur et vérifier le bon fonctionnement du ventilateur. Je vous recommande de prendre le temps de bien nettoyer les circuits d'air notamment à l'intérieur des boîtiers car souvent les aérations sont obstruées par des poussières ou fibres textiles. Il faut aussi parfois démonter soigneusement les refroidisseurs, les nettoyer, puis appliquer une pâte thermique pour rétablir un refroidissement efficace des circuits (processeur et circuits graphiques).

Il n'est donc pas recommandé d'utiliser son ordinateur directement sur ses genoux ou les draps d'un lit. Posez-le plutôt sur une tablette refroidissante peu coûteuse et efficace, ou à la rigueur sur un livre rigide de la même taille afin d'éviter l'obstruction des ouïes d'aération.

VÉRIFICATION ET DÉPANNAGE DES ÉLÉMENTS D'UN ORDINATEUR PORTABLE

Nous avons vu précédemment l'architecture des ordinateurs portables : celle-ci a été simplifiée à dessein, alors que la carte mère est très complexe, car les défauts auxquels on peut remédier sur un ordinateur portable sans changer sa carte mère ou son écran sont très peu nombreux. Alors pourquoi parler de dépannage d'ordinateur portable ? S'il est en effet souvent dissuasif de se lancer dans le dépannage d'un ordinateur portable, on peut parfois remettre en vie un de ces appareils : lorsqu'une panne d'écran est constatée, le remplacement est très envisageable. Il existe d'autres situations où le dépannage sera possible. En voici quelques aspects ; ne sont retenus ici que les aspects du matériel et non du logiciel.



Remise en état d'une carte mère ou de ses circuits vidéo

Les possibilités de dépannage au niveau « composant » d'une carte mère d'ordinateur portable sont très limitées du fait de l'absence de documentation et de schémas, de l'utilisation de composants soudés par refusion (dans des fours) et qui ne sont pas remplaçables, parfois spécifiques au constructeur et introuvables pour la plupart. Lorsque la carte mère est défectueuse, son remplacement est possible mais son coût souvent prohibitif freine les ardeurs du dépanneur. Il faudra alors limiter ces situations au remplacement par une carte mère d'occasion plus abordable en prix mais très difficile à trouver.



Figure 6-23. **Carte mère d'ordinateur portable**

Remplacement de la mémoire





Figure 6-24. **Barrettes mémoire d'ordinateur portable (à gauche) et leur support (à droite)**

En présence d'une panne due à la mémoire, vu les faibles prix de celle-ci et la difficulté d'y parvenir, je déconseille de tenter le dépannage des circuits mémoire. Le remplacement est aisé s'il s'agit d'une barrette à laquelle on peut généralement accéder par un couvercle vissé en dessous du boîtier. Toujours remplacer une mémoire défaillante par une barrette identique ou compatible.

Cela peut être l'occasion d'augmenter la taille de la mémoire, donc les performances. Néanmoins, chaque ordinateur a ses propres contraintes concernant le type, la vitesse et la capacité mémoire admissible. Ces informations se trouvent assez facilement sur Internet.

Circuits mémoire soudés sur la carte mère

Certains ordinateurs comportent des circuits mémoire soudés sur la carte mère (cela dépend parfois du numéro de série du modèle). Dans ce cas, la réparation sera très aléatoire et le changement de la carte mère pourra s'avérer fort onéreux. Mais si vous abandonnez cette réparation, n'oubliez pas qu'un ordinateur même en panne peut intéresser quelqu'un. N'hésitez pas à le proposer à la vente ou aux enchères.

Remplacement du processeur

Si le processeur est défectueux, il est facile de le remplacer car il est placé sur un support et donc amovible après avoir retiré les circuits de refroidissement. Il est toutefois difficile de déterminer avec certitude si le processeur est défectueux et s'il est le seul en cause !

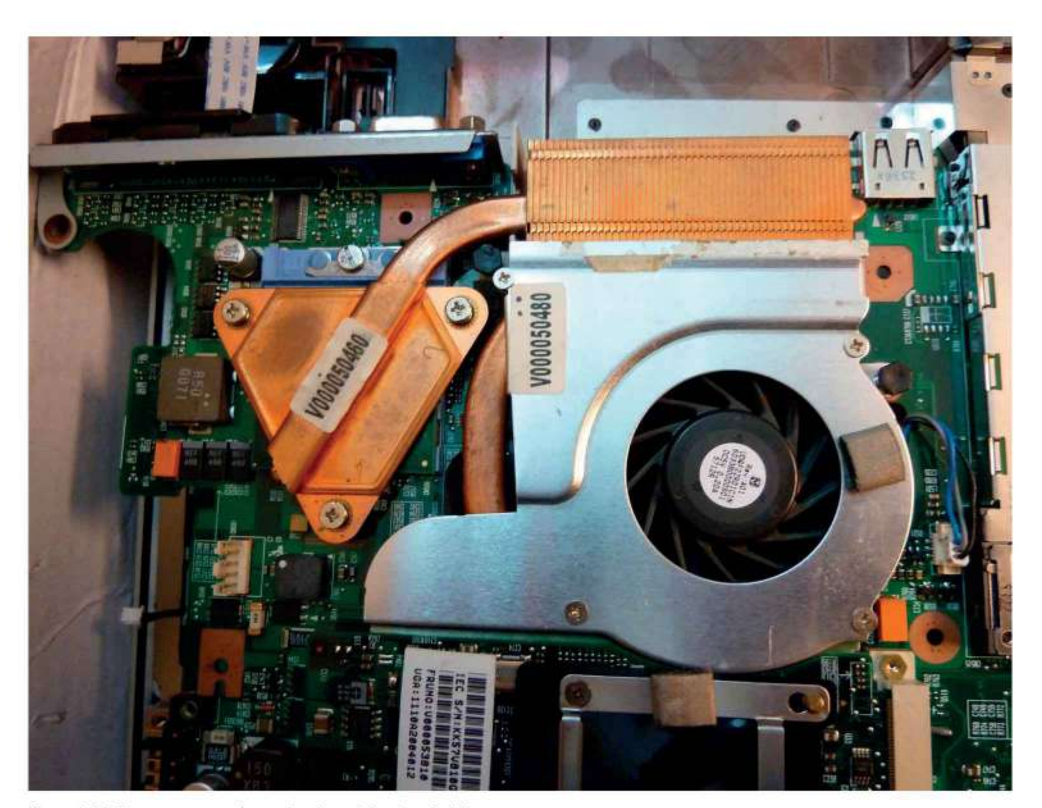


Figure 6-25. Processeur sous la partie triangulaire du refroidisseur

Le mieux en ce cas est de pouvoir disposer d'un autre ordinateur sur lequel tester ce processeur mais cela n'est pas toujours le cas ; ou d'essayer avec un processeur de remplacement, au risque de détruire ce dernier si les circuits avoisinant sont les responsables de sa défaillance. Pour accéder au processeur, il faudra bien entendu démonter la carte mère de son boîtier puis retirer le refroidisseur pour accéder au microprocesseur inséré sur son support qui, une fois déverrouillé, permet l'extraction du processeur.

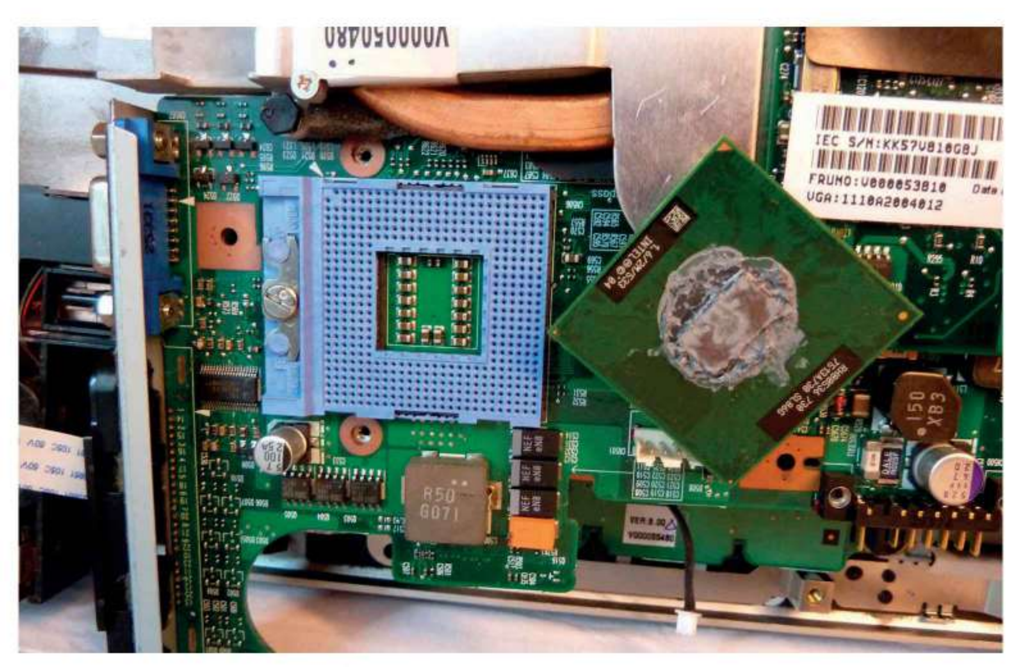


Figure 6-26. Processeur extrait de son support

Remplacement des circuits vidéo

Lorsque la panne concerne les circuits vidéo, si l'ordinateur est muni d'une carte enfichable, son remplacement sera possible bien que le coût et la difficulté pour trouver ces cartes constituent de véritables freins à une telle action… à moins de trouver une carte mère en panne mais possédant une carte graphique identique en bon état.

Pour démonter la carte graphique de son support, il faudra avant tout libérer les éléments (clips ou vis) qui bloquent le processeur graphique sur la partie du refroidisseur qui lui est réservée. La carte s'extraira alors sans difficulté. Si ceux-ci sont intégrés à la carte mère et non enfichables, la réparation est quasiment impossible, sauf le remplacement du circuit vidéo parfois enfichable sur un support au même titre que le processeur après avoir retiré les éléments refroidisseurs.



Au remontage, pensez bien à remettre de la pâte thermique sur les circuits munis d'un refroidisseur.



Figure 6-27. Carte graphique (en haut) retirée de son connecteur (en dessous)

Remise en état de l'alimentation

Les alimentations des ordinateurs portables sont toutes de type « à découpage » et externes (bloc secteur) : on se reportera donc au chapitre 8 traitant du diagnostic et du dépannage des alimentations. La difficulté principale viendra du fait que ces blocs alimentation sont pour la plupart des boîtiers en plastique scellés et difficiles à ouvrir. Il faudra souvent découper le boîtier avec précaution et le recoller après dépannage pour éviter qu'il ne constitue un danger lors de son utilisation ultérieure.

Si le dépannage n'est pas envisagé, leur prix étant assez élevé, on recherchera plutôt des alimentations d'occasion ; en restant vigilant sur les trois critères suivants, si on ne trouve pas le modèle correspondant précisément à l'ordinateur, car bien des modèles sont compatibles :

- type et dimensions du connecteur d'alimentation relié à l'ordinateur ;
- tension de sortie et puissance minimale à respecter ;
- polarité de la tension de sortie.

Il existe des adaptateurs dits universels qui font parfaitement l'affaire. Ils permettent d'ajuster la tension de sortie et sa polarité, et sont en général assez puissants pour la plupart des ordinateurs récents ou plus anciens. En outre, ils sont munis de divers connecteurs avec adaptateurs afin de couvrir une large gamme d'ordinateurs. Je leur ferai cependant deux reproches majeurs : ils sont tout aussi chers, ou peu s'en faut, que les originaux, et surtout leurs connecteurs de sortie sont munis d'adaptateurs, ce qui augmente le volume et le poids du connecteur et donc l'effort mécanique infligé au réceptacle de l'ordinateur. De plus, véhiculant des puissances importantes, la multiplication des contacts rend parfois ces connecteurs très chauds, ce qui constitue un risque supplémentaire pour l'ordinateur.

Remise en état de la prise d'alimentation côté ordinateur

S'il est un élément fragile, c'est bien cette prise ! La plupart du temps de forme ronde, de type coaxial qui permet de relier le bloc secteur à l'ordinateur, ce connecteur a deux ennemis qui provoquent sa déficience : d'une part, on le branche et débranche très souvent (contraintes mécaniques) et, d'autre part, il véhicule une faible tension (12 à 24 V en général) mais sous une intensité élevée (3 à 6 A), cela nécessitant un excellent contact électrique sous peine d'échauffement (contrainte thermique).

Il en découle que ces connecteurs sont très souvent l'objet de défaillances qui nécessitent leur remplacement ou simplement de les ressouder sur la carte mère, les soudures ayant tendance à se rompre sous l'effet des contraintes mécaniques. On les trouve en général assez facilement dans le commerce des pièces détachées.

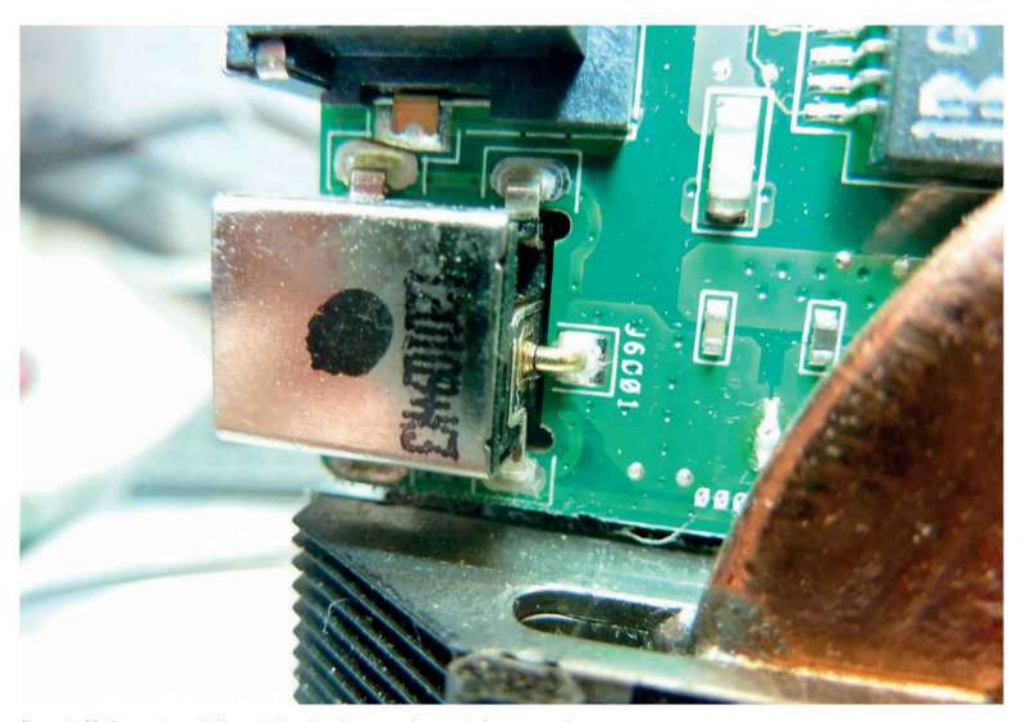


Figure 6-28. **Connecteur d'alimentation dont la connexion centrale est cassée**

Résolution des problèmes de connexion des écrans externes (ou vidéoprojecteurs)

Il devient de plus en plus fréquent d'utiliser un vidéoprojecteur associé à un ordinateur portable dans un cadre professionnel pour projeter présentations *(slides)* ou films, dans un cadre privé pour projeter les films ou photos numériques dans le cadre d'une installation home cinéma. De ce fait, les sorties vidéo des ordinateurs portables sont de plus en plus sollicitées, les allers-retours de connexion sont nombreux. Les câbles utilisés, souvent blindés et lourds, soumettent les connecteurs à un stress mécanique important qui conduit parfois (souvent même devrais-je dire), à la détérioration des soudures du connecteur à la carte mère. Dans le meilleur des cas, le connecteur devient source de mauvais contacts – ce cas est facilement repérable lorsqu'on bouge le connecteur externe

utilisé pour relier l'équipement alors que celui-ci est en fonctionnement. Dans le pire des cas, on perdra une couleur, la synchronisation de l'image ou l'image entière.

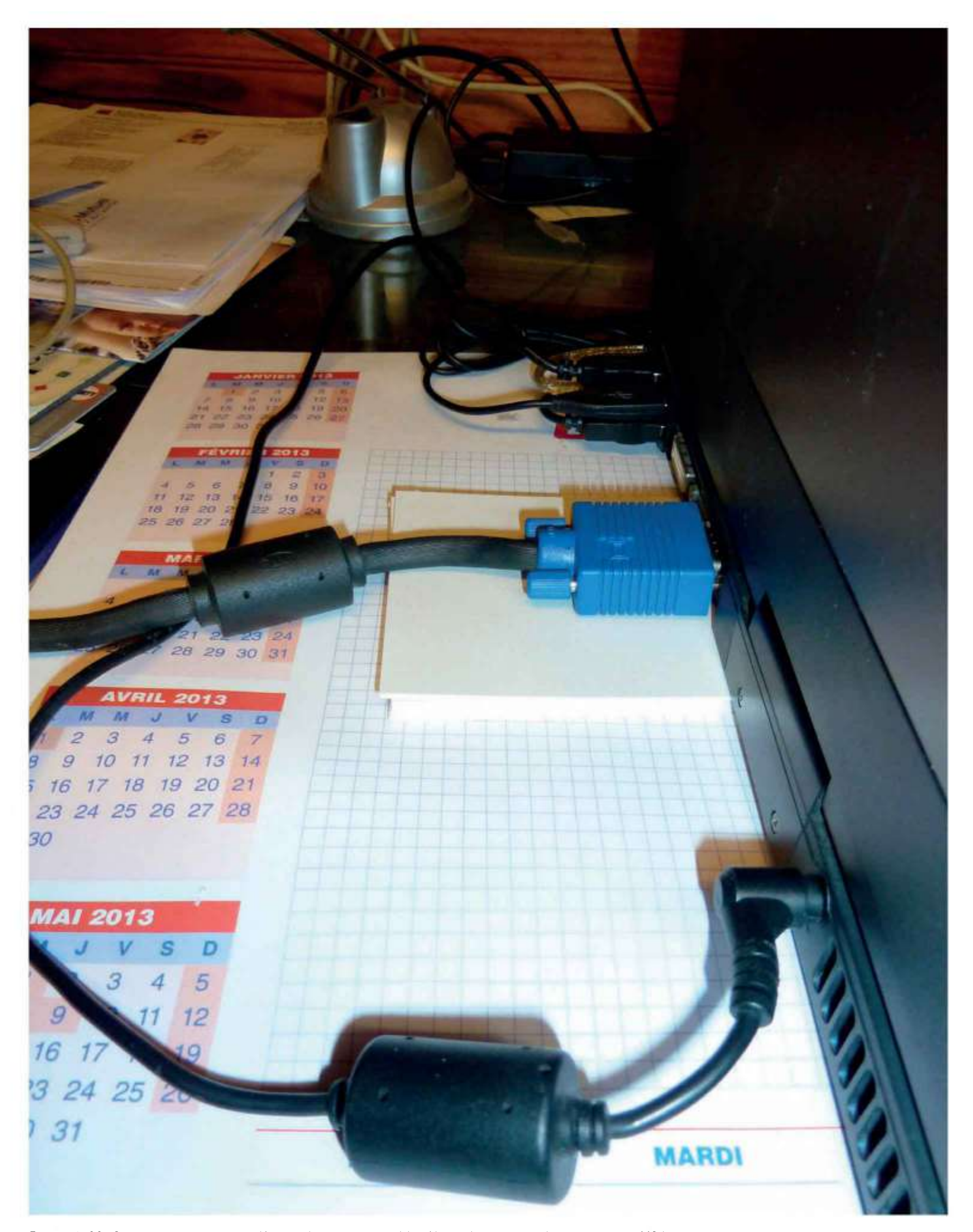


Figure 6-29. Connexions externes d'un ordinateur portable. Notez le soutien du connecteur VGA.

Dans tous les cas, je recommanderai d'agir rapidement afin de ne pas définitivement massacrer la carte mère. Cela ne se réparera jamais seul et lorsque la première soudure « lâche », les suivantes

sont soumises à des efforts mécaniques encore plus importants et ainsi de suite jusqu'au jour où le circuit imprimé de la carte mère devient difficilement réparable.

Il convient là encore de démonter l'ordinateur afin d'en extraire la carte mère et de refaire consciencieusement et solidement les soudures du connecteur de sortie incriminé et vérifier la fixation (éventuelle) de ce dernier au boîtier du portable ou à sa carte mère.

Soulagez câbles et connecteurs !

Les câbles et connecteurs permettant la liaison vers les périphériques externes (le plus souvent vidéo) sont lourds… les câbles rigides et les connecteurs massifs, tout étant réuni pour provoquer des tensions mécaniques importantes sur les éléments de connexion des ordinateurs. Une sage précaution est de soulager ces connecteurs en évitant par exemple de laisser pendre dans le vide un connecteur et son câble externe. En général, toute solution qui permettra d'alléger les efforts soumis aux connecteurs de l'ordinateur seront les bienvenus et gages de longévité et de pérennité des connexions externes si précieuses. Ces dernières recommandations sont valables pour tous les types de connecteurs. L'idéal est de disposer d'une station d'accueil qui évitera les multiples connexions et déconnexions des câbles individuels.

Résolution des problèmes d'échauffement

De plus en plus souvent, votre ordinateur « plante » : au démarrage tout se passe bien puis, le temps s'écoulant, l'ordinateur s'arrête et il faut le redémarrer, parfois attendre longtemps que le refroidissement soit suffisant pour pouvoir redémarrer.

C'est un problème classique, hélas parfois irréversible, surtout si on insiste, provoquant de plus en plus souvent ces arrêts intempestifs. En effet, les ordinateurs portables récents dont la puissance n'a souvent rien à envier aux ordinateurs de bureau ont des circuits extrêmement puissants mais qui, en contrepartie, nécessitent des puissances électriques élevées pour fonctionner. Ils sont donc soumis à des échauffements internes et le faible espace réservé aux dispositifs de refroidissement rend ceux-ci très sensibles à tout problème d'encrassement des espaces de ventilation ou de vieillissement des pâtes thermiques assurant la liaison entre les composants et leurs radiateurs de refroidissement.

Il est urgent d'agir vite lorsque de tels arrêts se produisent afin de remédier à leur cause qui est l'échauffement et éviter la détérioration des circuits ainsi mis en situation de stress thermique.

Je suppose bien entendu que le problème n'est pas dû à l'utilisation de l'ordinateur dans des conditions défavorables sur les genoux ou sur les draps du lit ! Dans ces cas-là, penser au minimum à placer l'ordinateur sur une surface plate rigide (livre par exemple) ou mieux sur une tablette refroidissante.

Le démontage des grilles de ventilation situées en général en dessous de l'ordinateur permet d'accéder au ventilateur dont on vérifiera le fonctionnement. Dans le cas contraire, soit le ventilateur est à changer (cela se trouve), soit la carte mère est en cause, et là…

Le dépoussiérage des conduits de ventilation et des ailettes de refroidissement est indispensable, parfois possible sans démonter le boîtier mais plus généralement il faudra envisager son démontage. De très nombreux forums ou sites Internet décrivent les opérations de démontage de ces appareils toujours difficiles à ouvrir. Il sera aussi souvent utile de monter les refroidisseurs en cuivre rouge qui sont plaqués sur les circuits (processeur et vidéo), nettoyer les surfaces et remettre de la pâte thermique.



Figure 6-30. **Système de refroidissement double (microprocesseur et processeur graphique).**

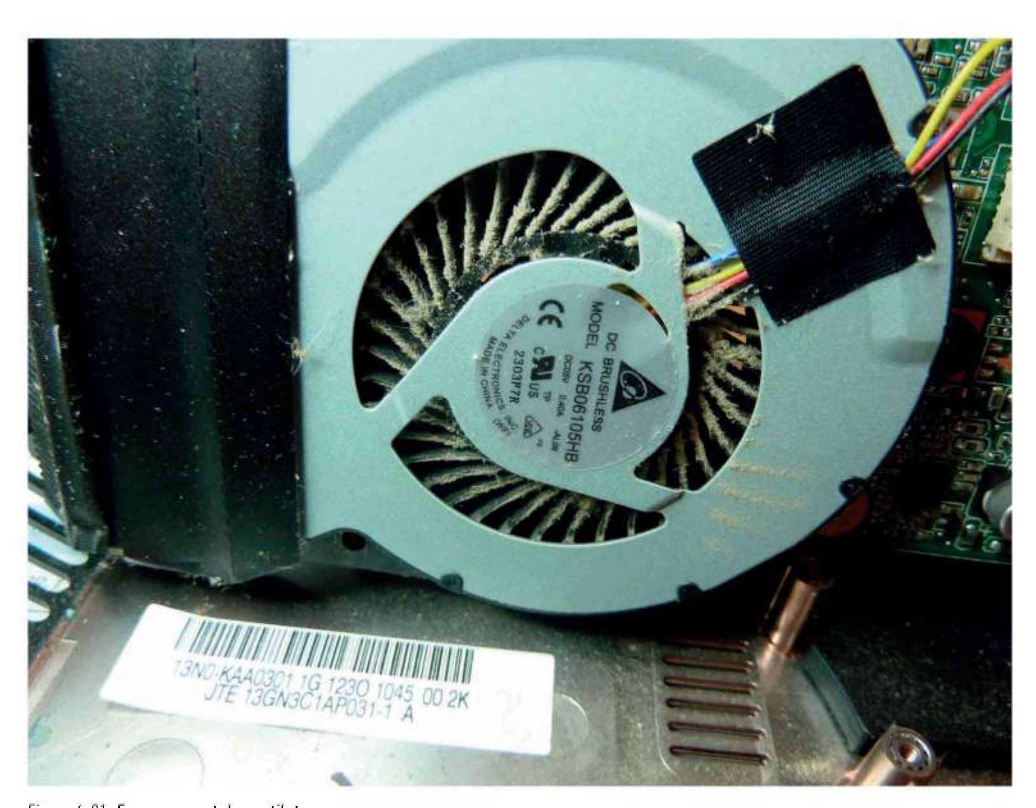


Figure 6-31. **Encrassement du ventilateur**

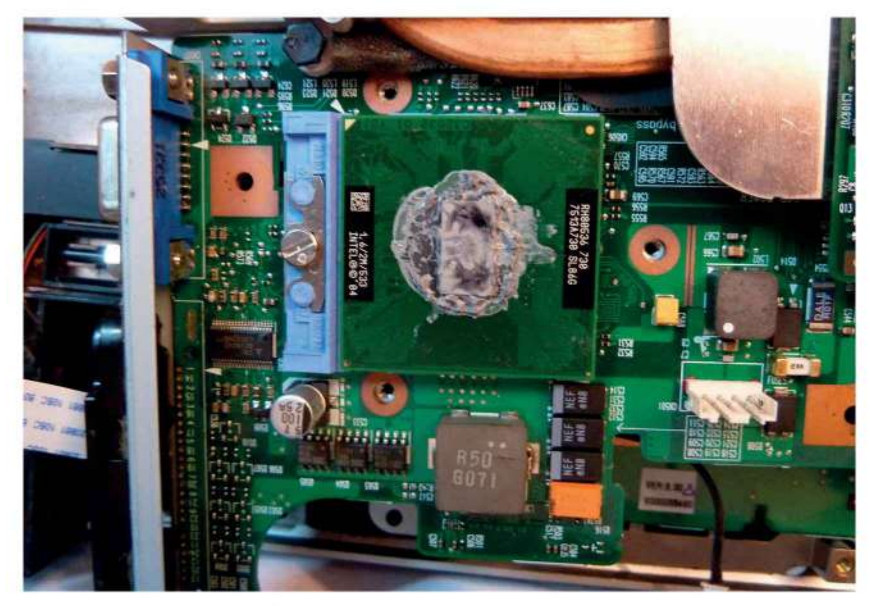


Figure 6-32. **Vieillissement de la pâte thermique d'un microprocesseur**

Une fois ces opérations effectuées, il ne reste qu'à espérer que l'ordinateur ne montre plus de signe de faiblesse, cela dépendra des « souffrances thermiques » qui lui auront été infligées au préalable.

Conséquences des contraintes thermiques ou mécaniques

Lorsque l'ordinateur est soumis à des contraintes thermiques ou mécaniques, il se peut que les seules conséquences aient été une détérioration des soudures de certains éléments. Pour souder les éléments sur le circuit imprimé, on utilise naturellement la chaleur – l'effet inverse de la chaleur est la destruction possible des soudures. Malheureusement, cela se produit le plus souvent au niveau des composants qui chauffent le plus, qui sont donc les plus complexes, possédant de nombreux points de connexion dont la quantité dépasse les possibilités de disposer ces points à la périphérie de ces composants (miniaturisation oblige). Pour pallier cette difficulté, les composants circuits intégrés modernes se sont dotés de technologies de pointe qui permettent de disposer les points de connexion sous le boîtier du composant sous forme d'une grille de points munis à la fabrication de billes de soudure. On parle de la technologie BGA (*Ball Grid Array* ou Réseau de billes). Ces billes sont solidarisées au circuit imprimé lors d'un passage de l'ensemble dans un four à refusion qui suit une courbe de température/temps très précise afin de ne pas endommager l'ensemble. Tout cela est bien beau mais de ce fait, les échauffements, parfois les contraintes mécaniques, rendent ces soudures fragiles, quelquefois rompues.

Le point positif est que les températures pouvant provoquer la rupture des soudures ne peuvent pas, le plus souvent, endommager les composants. L'aspect négatif est que la réparation de ces soudures n'est guère possible pour l'amateur, les équipements nécessaires n'étant pas à la portée de celui-ci, ni même d'une station de dépannage. Dès lors, je pourrais clore ce chapitre, cependant je vais continuer. Certes, les cas et possibilités de remédier à ces problèmes sont rares, mais suffisamment fréquents pour être évoqués et les solutions, certes « empiriques », précisées. En effet, ces phénomènes provoquent souvent des mauvais contacts et le fait même d'appliquer un effort mécanique

sur la carte permet de localiser petit à petit le composant fautif, cela bien entendu si on peut vérifier que le fonctionnement est aléatoire et lié à l'action mécanique. Pour ce faire, on commencera par heurter les composants du circuit par des petits chocs (une gomme fixée au bout d'une tige sera le bon outil). Plus le choc sera faible pour constater le défaut, plus l'endroit sera proche de celui du défaut. On pourra aussi commencer par tordre (délicatement cela s'entend), le circuit imprimé pour mettre en évidence le défaut, puis on terminera en tentant une pression sur chaque composant de la zone pour essayer de maintenir le ou les contacts défaillants.

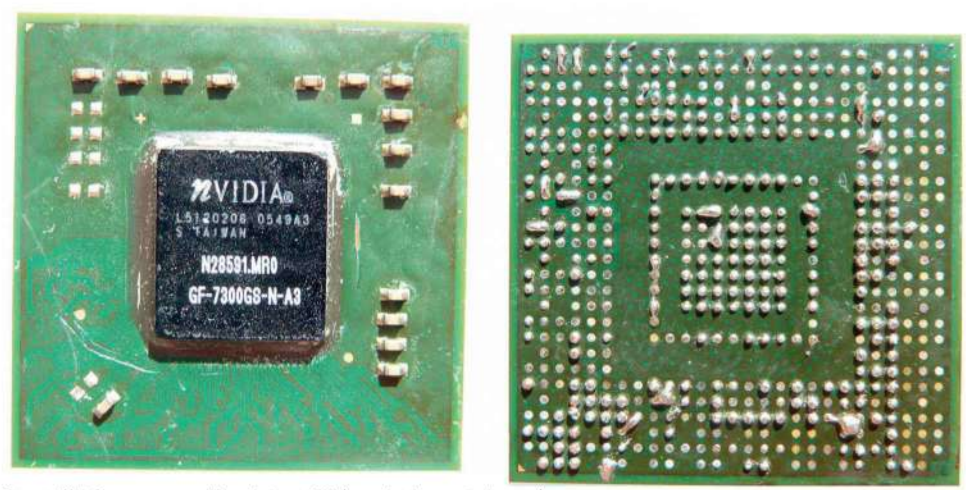


Figure 6-33. Processeur graphique de type BGA (vues de dessus et dessous)

Lorsqu'on aura la chance d'aboutir dans ce processus, il ne restera plus qu'à trouver comment insérer une petite pièce (isolante mais résistante à la chaleur) et la fixer afin de maintenir la pression nécessaire puis remonter le tout et bénéficier à nouveau d'un équipement fonctionnel. Pour avoir réussi une fois, je mentionnerai également avoir appliqué, à la suite de l'action précédente, le souffle chaud d'un décapeur thermique pour tenter de « ressouder » les billes de connexion mais je ne saurai trop être prudent sur une telle action. En effet, la concentration du flux, la durée d'application et la température de l'air chaud ainsi propulsé étant très peu contrôlables, il s'en est suivi dans d'autres cas la destruction du composant ou du dessoudage de lui-même ou de ses voisins propulsés hors de la carte par le jet d'air, le tout suivi d'un gros mot de l'opérateur ! Soyez donc prudent et ne tentez cela qu'en tout dernier ressort si aucune autre solution n'existe, mort pour mort, le circuit vaut bien de tenter.

Empirique, ai-je dit ? En effet, cela est presque du domaine de l'apprenti sorcier, mais sachez que quand ça marche, ça marche pour longtemps pour peu qu'on n'ait pas trop attendu pour passer à l'action. En effet, le plus souvent l'ordinateur fonctionne puis s'arrête, une fois refroidi cela repart pour un temps, etc. De ce fait, on repousse à plus tard espérant le miracle de l'autoréparation (jamais constatée pour ma part), la mauvaise soudure en profite pour s'oxyder davantage rendant le contact encore plus aléatoire, le fonctionnement de moins en moins durable et finalement quand on appelle au secours, il est souvent trop tard.

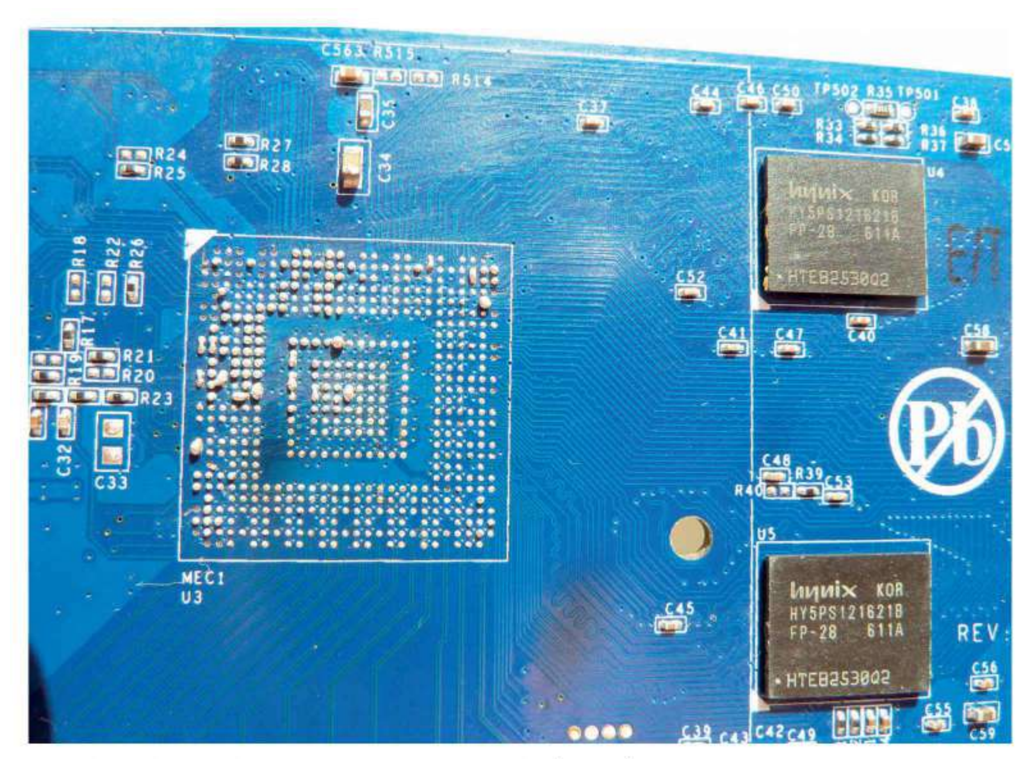


Figure 6-34. La partie circuit imprimé correspondante et deux autres BGA (mémoire)

Une panne ne se répare pas toute seule

N'attendez jamais pour procéder au dépannage en cas de problèmes intermittents, car l'autoréparation n'existe pas en matière d'électronique (il en est différemment en matière de logiciel en raison des mises à jour possibles). En effet, plus un défaut transitoire se manifeste, plus il conduit à rendre difficile, parfois impossible la réparation en raison des effets collatéraux bien souvent générés. Vous aurez sûrement, un jour ou l'autre, vérifié qu'il en va de même pour votre voiture !

Remplacement des éléments périphériques à la carte mère

Lorsque le cas se présente, il est souvent facile de se procurer, neufs ou d'occasion, les éléments périphériques à la carte principale d'un ordinateur portable. Bien souvent ces éléments sont situés sur un petit circuit imprimé auxiliaire relié par un câble plat à la carte mère. Parmi ces éléments, je citerai les différents organes de commande (interrupteur de mise sous tension ou commandes multimédias, pavé tactile, clavier, voyants, etc.). Je citerai également bien entendu le disque dur ou l'unité de lecture/écriture optique (CD/DVD ou Blu-ray).



Figure 6-35. Carte Wi-Fi d'un ordinateur portable. Notez les connecteurs d'antenne.

De même, un connecteur endommagé se trouvera assez souvent dans la même configuration mécanique et pourra être remplacé ou substitué par un autre sans demander trop de modifications. À part le démontage, il n'y a pas de grande difficulté à changer ces éléments. On pourra trouver également des petites cartes auxiliaires de remplacement comme le module Wi-Fi ou la carte modem d'un ordinateur portable.

Réparation d'un clavier

On m'a souvent rapporté le cas d'un verre d'eau ou de soda, voire de café renversé sur le clavier rendant l'ordinateur inopérant. J'entends aussi souvent que le capot d'une touche s'est désolidarisé du clavier. Si tous les cas ne sont pas réparables, certaines situations peuvent être corrigées et réparées sans devoir changer le clavier.

Lorsqu'il s'agit d'un verre d'eau renversé, on pourra tenter de démonter le clavier et de le « laver » pour essayer d'obtenir son retour à la normale, mais cela n'est pas sûr ; ça l'est encore moins s'il s'agit d'un liquide oxydant ou sucré ! Encore une fois, tenter quelque chose même empirique vaut toujours la peine lorsque de toute façon le clavier est hors service. Si, bien entendu, le liquide a atteint l'ordinateur en ses entrailles, le cas est plus délicat : c'est tout l'ordinateur qu'il va falloir nettoyer pour tenter son redémarrage, rendu des plus incertains car le liquide a pu provoquer des liaisons électriques parasites dangereuses et parfois (souvent) irréversibles. De même, si l'appareil a subi des dommages par de l'eau de mer, il y a peu de chances de pouvoir lui rendre la vie.

Lorsqu'un appareil électronique subit les dommages d'un liquide ou d'une forte humidité, il faut immédiatement interrompre son alimentation électrique et retirer sa batterie afin d'éviter au maximum que la conduction provoquée par le liquide ne vienne définitivement endommager les circuits. J'ai vu ainsi un téléphone portable perdre sa batterie dans un lave-linge, poursuivre en toute sécurité son nettoyage et, après un bon séchage, reprendre vie sans souci et pour longtemps. Ceci est une histoire vraie !

Nettoyage du clavier

J'ai volontairement dit précédemment « laver le clavier » car il en sera souvent ainsi. En effet, un bon passage dans une eau distillée (impératif) sera nécessaire, en agitant bien le clavier lors de son bain puis en le séchant minutieusement. La meilleure solution serait un bon bain dans de l'alcool isopropylique mais ce bain serait coûteux et finalement guère plus efficace.

On commencera par un dépoussiérage (pinceau et tuyau d'aspirateur à distance respectable) mais si le clavier a subi les affronts d'un liquide sucré ou gras, le lavage sera nécessaire, l'eau distillée pouvant être rendue savonneuse par quelques gouttes de liquide vaisselle. Bien agiter le clavier dans son bain, enfoncer chaque touche à plusieurs reprises pour rendre le nettoyage effectif au fin fond des interstices puis rincer abondamment, toujours à l'eau distillée, plusieurs fois si nécessaire. Puis, après être certain d'avoir extrait les dernières gouttes d'eau (secouer, pinceau, papier absorbant, sèche-cheveux…), laisser sécher longtemps afin d'éliminer toute trace d'humidité avant de remonter et de vérifier la réussite ou l'échec de l'opération. On pourra utiliser un petit compresseur d'air pour souffler avec précaution sur le clavier afin d'éliminer les accumulations de liquide avant séchage.

Le nettoyage ainsi en profondeur d'un appareil ou d'une de ses composantes ne doit être tenté qu'en l'absence d'une autre solution, et surtout pas dans un désir unique de nettoyage. En effet, il y a un risque important que l'opération ne se solde pas par un succès mais encore une fois, ça marche souvent et pourquoi ne rien tenter dès lors que l'appareil est déjà sacrifié ! On évitera le nettoyage des disques durs ou autres unités de stockage optique bien entendu, la mécanique n'aime guère ce genre de nettoyage. En revanche, une carte mère ou vidéo, un téléphone portable, une télécommande… souillés par un versement intempestif de liquide pourront être ainsi nettoyés et sauvés… mais pas toujours.

Réparation des touches du clavier

Les claviers subissent parfois des chocs ou contraintes mécaniques importantes sur les touches qui finissent par se déboîter. Dans ce cas, et si par chance rien n'a été cassé, remboîter la touche sera facile. Les touches sont en effet maintenues par clipsage des pièces d'articulation.

L'articulation est une sorte de croisillon articulé permettant un mouvement vertical de la touche. Si l'une des petites pièces de plastique, qui assurent le maintien et le fonctionnement en souplesse de la touche, est cassée (notamment un des petits picots de fixation au socle du clavier ou à la touche), celle-ci devra être remplacée. On trouve ces pièces dans des magasins spécialisés ou sur Internet. Attention, il y a de nombreuses variétés de pièces et il est parfois difficile d'être sûr de faire le bon choix.

Une autre solution est de chercher un clavier d'occasion correspondant à l'appareil afin d'en extraire les pièces nécessaires ou de l'utiliser s'il est complet. Il existe peu de variantes de touches de clavier, on trouvera facilement un clavier pour récupération de pièces. Un clavier d'occasion ne vous coûtera pas très cher.



Figure 6-36. **Touche de clavier démontée et articulation maintenue par un tournevis pour la photo**

La remise en place des pièces de plastique puis de la touche n'est en général pas très compliquée. Il faut néanmoins user de patience, de grande délicatesse, sans forcer, et toujours en utilisant une loupe éclairante afin de bien contrôler ses gestes pour éviter de casser les petites articulations présentes lors de leur encliquetage. On vérifiera cependant que le capuchon recouvrant la partie électrique de la touche, et placé au centre de l'articulation, est bien en place et en bon état.

Les touches larges

Les touches larges (Enter, par exemple) et la barre d'espace utilisent en général deux articulations à croisillons et une ou deux barres métalliques (type corde à piano) en acier qui assurent un déplacement vertical de la touche, quel que soit l'endroit où la touche est appuyée. Si ces barres métalliques ne sont pas correctement remises en place, le fonctionnement de la touche sera défectueux notamment en cas d'appui sur une extrémité.

Récupération des données du disque dur

Décidément, la chance n'est pas au rendez-vous, l'ordinateur portable est vraiment hors service, adieu les espoirs de le dépanner ! Et bien entendu, en plus, les données non sauvegardées (photos, musiques, films, courriers et dossiers importants…) sont perdues, c'est un mauvais jour. Heureusement, sauf si le disque dur est défaillant (c'est heureusement rare sauf en cas de chute de l'ordinateur ou de surtension), il existe un moyen simple de récupérer ses données et de rendre à ce disque dur une utilité, une seconde vie. En effet, les disques durs des ordinateurs portables sont des éléments standards facilement échangeables (dans la limite des caractéristiques physiques et électroniques des ordinateurs). Ainsi, un disque dur récupéré dans un ordinateur portable HS pourra être utilisé

dans un autre ordinateur (ne comptez pas cependant récupérer le système d'exploitation qui est lié à un matériel de par le système de protection des licences – au moins pour Windows ou Mac OS). Par contre, les données seront toujours disponibles. Si on désire se limiter à la récupération des données, un bon moyen est de se procurer un boîtier vide pour disque externe. Peu cher, facile à trouver, un tel boîtier permettra d'y loger le disque récupéré et d'accéder à son contenu par un autre ordinateur *via* un connecteur USB. Voilà qui permettra de récupérer ses données mais aussi de disposer d'un disque externe qu'on pourra utiliser pour sauvegarder périodiquement les données du nouvel ordinateur !



Figure 6-37. **Disque dur d'ordinateur portable réutilisé dans un boîtier de disque externe USB**

Attention, les boîtiers pour disques externes ont des caractéristiques à respecter :

- le format physique du disque (3,5 ou 2,5, voire 1,80 pouces) ;
- l'épaisseur maximale admissible pour le disque ;
- leur interface vers l'ordinateur (en général USB) ;
- et l'interface interne du boîtier et du disque (ATA ou S-ATA).

Le respect de ces caractéristiques, en fonction du disque à réutiliser, est nécessaire afin de réussir l'opération. On pourra trouver ces boîtiers pour quelques dizaines d'euros – plus ou moins selon qu'ils seront en plastique, en boîtier métallique et posséderont ou non des interfaces multimédias.

Si votre disque dur n'est plus fonctionnel, il peut encore être analysé par une société spécialisée qui pourra récupérer certaines données, voire toutes avec un peu de chance. Attention toutefois, ces prestations sont très coûteuses et il faudrait vraiment que la valeur des données à récupérer en justifie le coût alors qu'une simple sauvegarde sélective (inutile de sauvegarder tout) faite régulièrement sur deux supports (au cas où l'un d'eux viendrait à vous lâcher), ne vous demandera que de consacrer quelques minutes pour la sécurité de vos données. Au prix actuel des cartes mémoire ou des disques durs externes, il serait dommage de négliger ce point.

Changement de la pile de la carte mère

Lorsque l'ordinateur perd la date, l'heure, retarde régulièrement ou signale une erreur au moment de la mise sous tension *(checksum error)*, l'ordinateur souffre de l'épuisement de sa pile de sauvegarde du BIOS (voir le dépannage des ordinateurs de bureau). Il est alors nécessaire de changer la pile ou la batterie qui maintient ces circuits sous tension. L'accès à cette pile ou batterie se fait en retirant les capots du boîtier car, le plus souvent, cet élément n'est pas accessible sans démontage. Parfois encliqueté dans un support (pile) ou soudé (batterie), on changera l'élément en prenant soin de se procurer un modèle parfaitement identique.



Figure 6-38. **Batterie soudée sur carte mère**

Après remise en place de la pile ou batterie, il sera nécessaire de paramétrer à nouveau le BIOS.

CHAPITRE 7

RÉPARER UN AUTRE APPAREIL ÉLECTRONIQUE

Vous serez confrontés à toutes sortes d'appareils électroniques ayant des défaillances, mais hélas tous ne peuvent pas être réparés. Ainsi, il est peu envisageable de réparer par exemple un appareil auditif. On pourra, en revanche, réparer le circuit électronique d'une cafetière ou l'allumage électronique d'une automobile. Nous limiterons cet ouvrage aux quelques appareils qui peuvent faire l'objet de réparations par un amateur.

Consoles de jeu, smartphones et horloges

La plupart des pannes sur ces petits appareils résultent soit d'une défaillance électronique (généralement non réparable sans changer le circuit complet), soit de la casse de l'écran (irréparable, seul son changement doit être envisagé).

CONSOLES PORTABLES

Il se peut également (notamment dans les consoles à double écran) que les nappes de connexion soient endommagées à la suite, par exemple, de la casse d'une charnière du boîtier. Dans ce cas, le dépannage consistera au remplacement de l'écran auquel la nappe est soudée ou à la nappe elle-même si celle-ci est séparée de l'écran.

En raison de leurs sollicitations fréquentes et sans grand ménagement par les joueurs acharnés, les parties « tactiles » des écrans de console sont aussi parfois à changer. Selon les appareils, les écrans tactiles sont intégrés à l'écran ou placés face à lui, le plus souvent par collage avec un contour double face. Leur remplacement sera donc possible dans ce dernier cas ; dans l'autre situation, l'ensemble de l'écran devra être remplacé.

Les autres pannes sont plus rarement réparables, parfois cependant, un fusible a pu griller notamment si la batterie s'est mise en court-circuit. Quelquefois également, interrupteurs, potentiomètres de réglage ou connecteurs peuvent être défectueux et remplacés moyennant des précautions dignes de l'industrie horlogère !





Figure 7-1. **Ouverture d'une console double écran**

Les connecteurs d'alimentation sont également souvent l'objet de défaillances (dessoudés ou cassés) en raison de la forte sollicitation mécanique qu'ils subissent. Leur remplacement est en général possible mais délicat. Les sites d'enchères et les magasins spécialisés proposent ces pièces de rechange.



Figure 7-2. **Connecteur d'alimentation d'une console de jeu détérioré**

CONSOLES DE SALON

Les consoles de salon ont des performances très élevées sur le plan graphique et présentent souvent des problèmes d'échauffement dont la conséquence est la mise en sécurité de la console. Dans ce cas, il faut immédiatement stopper la console et procéder à la remise en état des circuits de refroidissement sans attendre. Il en va de la protection de ses composants. Cette remise en état consistera au démontage de la console, au démontage des radiateurs dont on nettoiera les surfaces de contacts (circuits intégrés et radiateur) avec de l'alcool isopropylique et à la remise de la pâte thermique avant remontage. On nettoiera bien entendu toutes les surfaces de refroidissement (ailettes), les ouïes d'aération et les ventilateurs.



Lorsqu'une console de salon, et plus généralement tout appareil, présente des signes de surchauffe, il convient de l'arrêter et d'agir le plus rapidement possible afin d'éviter que le phénomène ne se reproduise, ce qui détruira à plus ou moins brève échéance les circuits, rendant l'appareil irréparable.

HORLOGES À QUARTZ

Les horloges à quartz murales modernes utilisent des mouvements à quartz qui, parfois, subissent les attaques de la poussière, attirée par électricité statique sur le mécanisme en plastique, et deviennent instables (retards plus ou moins réguliers) ou en panne. On essaiera, bien entendu, de changer la pile, mais si cela ne remédie pas au problème, les plus minutieux d'entre vous démonteront le mécanisme pour le nettoyer, procédé très souvent efficace. Le démontage est facile, le couvercle arrière du boîtier étant clipsé sur son autre partie.

Une autre solution très peu onéreuse consistera à changer le mécanisme, ce dernier étant en général facile à se procurer sur Internet ou en magasin spécialisé pour quelques euros. On trouvera même des mécanismes de mise à l'heure radiopilotée qui pourront souvent prendre la place du mécanisme original.





Figure 7-3. **Mouvement standard d'horloge à quartz et ses aiguilles**

CALCULATRICES ET MONTRES À QUARTZ

Les calculatrices de poche ou de bureau utilisent des petites piles au lithium faciles à se procurer et permettant leur remise en état pour un coût très modéré. Il sera souvent nécessaire d'ouvrir le boîtier, les piles n'étant pas toujours accessibles par un couvercle. L'ouverture se fait en général sans difficulté.

Il en est de même pour une montre, le changement de pile vous coûtera très peu par rapport à l'intervention d'un professionnel. Il existe un seul risque : perdre l'étanchéité de la montre, mais un bijoutier ne vous la garantira pas non plus (seul l'envoi au fabricant vous en donne la garantie et là, le prix sera souvent prohibitif…).



Figure 7-4. **Montre avec capot protecteur de pile amovible**

Bien entendu, s'il s'agit d'une montre de prix, il serait dommage de vouloir économiser quelques euros en comparaison de la valeur de l'objet. Pour une montre de gamme moyenne, l'économie se justifiera. Il faudra prendre le maximum de précautions au remontage et s'assurer que le joint d'étanchéité est bien remis en place et non « pincé ».

Bien choisir ses piles

Attention aux piles sans marque qu'on trouve sur Internet à faible coût, car certaines sont de très mauvaise qualité et perdent leur électrolyte, ce qui peut endommager l'intérieur de l'appareil. On préférera les marques connues, plus chères mais de bien meilleure facture. Les références des piles sont directement inscrites sur leur boîtier (AG10, par exemple). Bien respecter les polarités lors de leur remise en place.



Figure 7-5. **Accès à la pile d'une montre après ouverture du boîtier (fond vissé)**

SMARTPHONES ET APPAREILS DIVERS (LECTEURS MP3)

De nombreux appareils possèdent des batteries non amovibles. Après quelques mois ou années, ces batteries deviennent de moins en moins efficaces et leur remplacement par des stations de dépannage agréées coûte souvent assez cher. Le prix d'une batterie étant très modique et leur obtention dans le commerce très aisée, la tentation d'ouvrir l'appareil et de changer soi-même la batterie pour un coût souvent 5 à 10 fois inférieur à celui des établissements agréés est grande et justifiée… Mais les difficultés sont nombreuses :

- difficulté pour ouvrir les boîtiers ; des astuces sont utilisées qui sont parfois difficiles à appréhender ou rendent la casse fréquente lors des montages ou démontages (vis cachées, vis nécessitant des tournevis spéciaux, clipsage des coques, position des boutons de réglages lors du démontage ou du remontage…) ;
- nécessité de disposer d'outils spécifiques ;
- difficulté pour se procurer les éléments à remplacer pour les appareils les moins récents ;
- difficulté pour démonter, changer la pièce et remonter l'ensemble.

Tutoriels de démontage

En parcourant Internet, vous pourrez constater qu'il existe de nombreux tutoriels expliquant le démontage des différents appareils. Je conseille de s'y reporter car, plus les appareils sont compacts, plus leur démontage fait appel à des astuces à connaître sous peine de risquer la casse maladroite d'un appareil.



Figure 7-6. **Démontage d'un smartphone doté d'un logo bien connu en vue de remplacer sa batterie**

D'autres soucis peuvent se rencontrer sur ces appareils très mobiles, en dehors des chocs qui peuvent avoir détérioré le boîtier ou l'écran, comme des dégâts dus à des liquides ou même à une immersion involontaire ! Dans ce dernier cas, il convient de déconnecter immédiatement la batterie (si on peut) ou au moins d'arrêter l'appareil afin d'éviter les dégâts électriques causés par la conduction

électrique inopinée entre les circuits de l'appareil. On pourra espérer une remise en état possible si le liquide n'est ni trop conducteur (l'eau de mer est redoutable), ni trop sale, ni collant (sirop). Il serait idéal de pouvoir immédiatement utiliser de l'eau distillée ou de l'alcool isopropylique pour « rincer » l'appareil et ainsi chasser le liquide néfaste. Après nettoyage, on fera sécher l'appareil (au moins 48 heures) auprès d'une source de chaleur modérée et on tentera la remise en marche.

Dans le cas où des éléments doivent être remplacés, sachez que quasiment toutes les pièces remplaçables de ces appareils se trouvent facilement sur les sites d'enchères ou d'annonces (écrans, interrupteurs, connecteurs, fusibles, batteries, modules Wi-Fi, etc.). Le démontage des appareils est délicat, or c'est la première étape à accomplir pour remplacer un écran, un interrupteur ou une batterie. Démonter l'élément à remplacer est tout aussi délicat, surtout s'il est soudé, et requiert minutie et précaution. Par ailleurs, il est nécessaire de respecter strictement l'ordre des manipulations à réaliser. Les nappes de connexion et leurs connecteurs sont particulièrement fragiles dans les appareils miniaturisés.

Le remontage se fera dans l'ordre inverse aussi scrupuleusement.



Rappelez-vous néanmoins que ces appareils sont « électroniquement parlant » robustes et tolérants. Il m'est arrivé à plusieurs reprises de procéder au nettoyage d'appareils immergés dans l'eau (l'eau de mer est en revanche un ennemi intraitable) ou laissés sur une table de jardin sous la pluie ou ayant profité du soda de son utilisateur... Après un bon nettoyage à l'eau distillée ou à l'alcool isopropylique suivi d'un séchage délicat, ces appareils fonctionnent à nouveau, même après un passage en machine à laver ! Une seule précaution : retirez au plus vite la batterie ou les piles en cas d'immersion.

Ne négligez pas la recherche d'un appareil en panne en vente sur les sites d'occasions ou d'enchères sur Internet. Ils sont nombreux à être mis en vente par leur propriétaire malchanceux qui tente de récupérer un peu d'argent et c'est ainsi un moyen économique pour trouver les pièces nécessaires au dépannage de son appareil défectueux : il y a de fortes chances qu'un appareil à l'écran cassé possède une électronique en état de fonctionnement, et inversement.

Donner une seconde vie à un appareil passe souvent par la mise en commun des pièces de deux ou plusieurs appareils défectueux. Ne jetez plus, revendez !

Appareils photographiques numériques

Les pannes auxquelles on peut remédier sur un appareil photo sont nombreuses mais il faut être très méticuleux tant ces appareils sont compacts et fragiles à démonter. On trouve assez facilement sur Internet et pour un prix très raisonnable des appareils en panne dans lesquels on pourra récupérer les composants recherchés (écran, capteur, carte mère, lampe flash, etc.). Parmi les réparations possibles, je citerai :

- le remplacement d'un écran de visualisation cassé souvent vendu sur Internet ;
- le dépannage du flash incorporé dont les circuits sont simples ;
- le nettoyage d'une optique restant bloquée souvent à cause d'un grain de sable dans un engrenage plastique quand ce n'est pas suite à un choc ;



- le remplacement de la carte électronique ;
- le remplacement du capteur.

À part le circuit du flash, il est inutile d'envisager un dépannage au niveau composant des circuits d'un appareil photographique. D'une façon générale, il n'y a rien de particulier à signaler pour ces réparations, chaque cas est spécifique. Il convient de retenir l'extrême minutie imposée par les opérations de démontage et remontage. Les éléments constitutifs d'un appareil sont fragiles, de nombreuses nappes de connexion très fragiles sont utilisées et, la poussière est l'ennemi des optiques de prise de vue.

Pour ma part, j'ai souvent réussi les réparations relatives au capteur optique. Il m'est cependant aussi arrivé d'échouer, soit parce que l'optique était trop abîmée mécaniquement, soit parce que le démontage a conduit à la casse d'une pièce. Le changement d'écran ou de carte électronique est en revanche assez facile pour peu que l'appareil se laisse dompter au démontage.

Il est fréquent de trouver des appareils dont l'objectif ne s'ouvre plus pour des raisons mécaniques. À la mise sous tension, l'objectif tente de s'ouvrir (on l'entend) mais n'y parvient pas, conduisant l'appareil à afficher une erreur ou à se mettre hors tension. Ces problèmes sont dus à des chocs. Ainsi, il m'est arrivé de constater qu'une déformation du boîtier empêchait l'ouverture. L'extraction des coques du boîtier et leur remise en forme éliminent la gêne mécanique, et l'appareil peut reprendre vie.



Figure 7-7. **Démontage d'un appareil photo numérique à l'objectif bloqué**



Figure 7-8. **Bloc optique d'un appareil photo numérique**

Les petits appareils photo sont bien pratiques, parce qu'ils se logent dans la poche ou au fond du sac de plage (qui est une réserve naturelle à sable). De ce fait, une autre cause fréquente de problèmes sur les optiques des appareils est la présence de grains de sable à l'intérieur. Ces minuscules particules de grande dureté viennent souvent se « coller » sur la graisse des engrenages qui se trouvent ainsi bloqués. Même sans graisse, l'électricité statique attire les poussières sur les pignons en matière plastique. On arrive souvent à les localiser sans trop démonter l'optique ; en effet, cela se produira plus communément dans des appareils dont l'optique est peu carénée et donc plus accessible. La localisation d'un grain de sable blanc sur un engrenage lui-même blanc nécessite l'utilisation d'une loupe à fort grossissement et beaucoup de patience, mais cela est payant. Il faudra malheureusement parfois avoir recours au démontage de l'objectif zoom pour accéder au pignon encrassé. Ce démontage n'est pas sans risque, tout comme son remontage très délicat également. On opérera bien entendu dans un environnement sec et propre, le moins poussiéreux possible, au risque de voir des tâches apparaître sur les photographies futures.

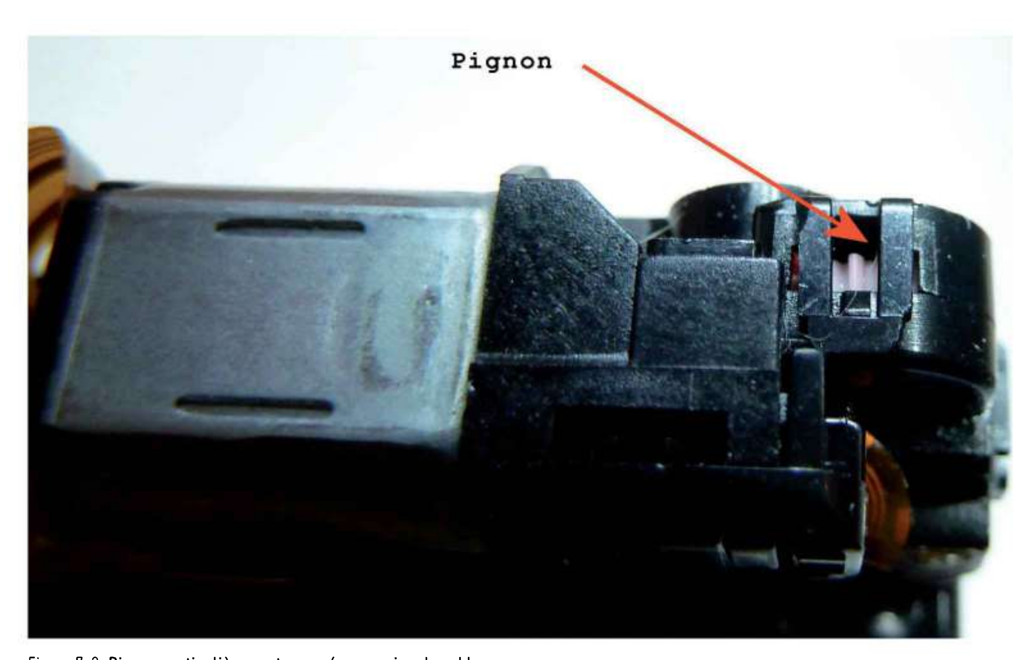


Figure 7-9. **Pignon particulièrement exposé aux grains de sable**

Caméscopes

Encore plus que les appareils photo, les Caméscopes sont très compacts et fragiles. Leur démontage est souvent très difficile et peut conduire à des déceptions.

Les appareils les plus anciens, à bande magnétique, auront parfois besoin d'un nettoyage des têtes magnétiques ou du mécanisme qui se grippe de temps en temps. Les appareils modernes à mémoire flash ne possédant plus de parties mécaniques en dehors de l'optique, leur fiabilité est meilleure, mais nul n'est à l'abri d'un choc qui peut détruire l'optique ou l'écran de visualisation. Cette fois encore, on pourra sans doute redonner vie à un Caméscope à partir des pièces récupérées sur un appareil en panne pour quelques euros, car les pièces détachées sont quasiment introuvables.

N'imaginez en aucun cas la possibilité de dépanner les circuits électroniques au niveau composant : ces appareils sont trop complexes et les informations trop peu disponibles. On se contentera donc des réparations basiques :

- le nettoyage des parties mécaniques et des têtes de lecture/écriture ;
- la reconstitution et le nettoyage des parties oxydées (compartiment batterie) ;
- le changement des courroies ;
- le changement d'un écran de visualisation cassé ;
- éventuellement le changement des têtes de lecture/écriture.

Ces petites réparations représentent la majorité des problèmes rencontrés sur ces appareils, en dehors de la casse bien entendu et de l'encrassement des optiques, souvent difficiles à nettoyer.

Radios portatives

TYPOLOGIE DES RÉPARATIONS POSSIBLES

Les récepteurs radio modernes possèdent une électronique parfois complexe, très intégrée, miniaturisée et difficile à réparer. Le temps des récepteurs à six transistors est révolu, ils étaient d'ailleurs très robustes. On parle aujourd'hui de récepteurs RDS, avec affichage LCD, programmation des stations, etc., le tout pour un faible coût. Dès lors, réparer un récepteur moderne de radio relève du défi ! Il subsiste quelques situations où il sera facile et peu coûteux de remédier à certaines pannes, en voici la liste.

- Les pannes dues à la négligence de leurs propriétaires qui ont laissé des piles usagées dans leur compartiment : coulures chimiques provoquant des oxydations importantes, parfois trop étendues pour pouvoir être réparées.
- Les pannes dues aux chocs ou chutes de ces appareils souvent transportés ; la présence d'éléments lourds (piles, haut-parleur) auprès d'éléments fragiles provoque souvent, lors d'un choc ou de la chute d'un appareil, une destruction partielle d'un circuit imprimé qu'il est alors facile de réparer.
- Une antenne télescopique cassée pourra facilement être remplacée.

- Le bris de la ferrite d'une antenne interne cassée pourra également avoir provoqué la rupture des petits fils de cuivre reliant l'antenne au circuit imprimé. La réparation sera minutieuse mais possible, les ferrites se trouvant assez facilement.
- De même, les conditions d'utilisation étant parfois très difficiles, la poussière pourra provoquer des problèmes au niveau des haut-parleurs qu'il faudra nettoyer ou remplacer si la membrane est percée.



Figure 7-10. Petite radio à six transistors

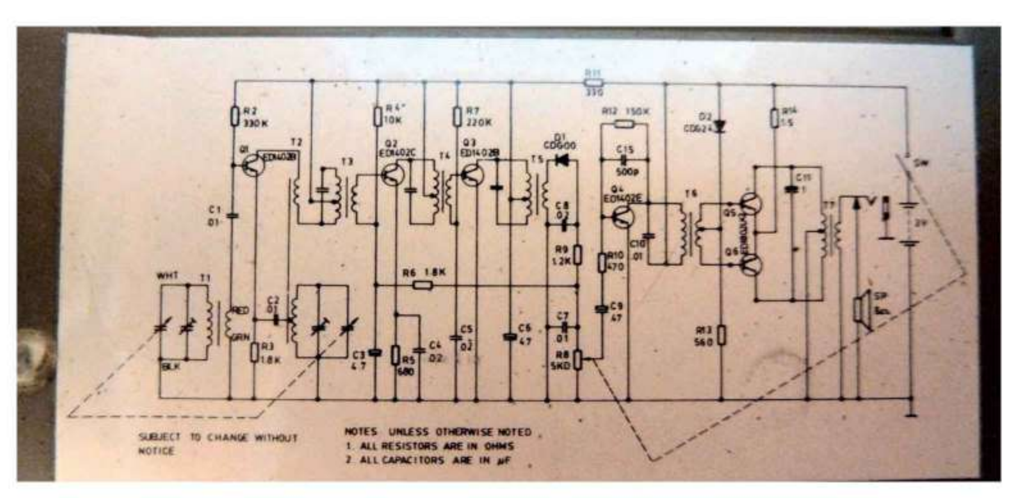


Figure 7-11. Placé dans le couvercle de la radio, ce schéma témoigne de la simplicité technique en 1960 !

En revanche, les problèmes d'affichage des petits écrans, les fonctionnements incorrects du récepteur (à part dans certains cas, le ou les amplificateurs basses fréquences facilement réparables), seront difficiles à diagnostiquer et réparer.

Sachez aussi qu'à part les problèmes d'oxydation dus aux piles ou à l'humidité, seules les pannes résultant de chocs pourront être le plus souvent réparables avec succès pour les appareils récents. Les appareils plus anciens, moins courants de nos jours bien entendu mais tellement plus simples (quelques transistors suffisaient alors), seront bien plus faciles à réparer !

PROBLÈMES D'OXYDATION

La première des opérations à mener sera d'ouvrir l'appareil afin de déterminer si l'attaque chimique s'est limitée aux contacts des piles ou si cela s'est propagé. Il faudra ensuite commencer à nettoyer tous les éléments atteints par l'oxydation. Pour ce faire, on utilisera de l'alcool isopropylique et une petite brosse à dents ou un pinceau afin de neutraliser les effets du produit. Il sera parfois nécessaire de reconstituer les pistes du circuit imprimé rongé, et il y aura malheureusement des cas où les circuits seront atteints de façon irréversible.

Bien souvent, l'aspect visuel des contacts d'une pile ou d'une batterie ayant laissé s'échapper l'acide qu'elle contient ne paraîtra pas très important. Mais il ne faut pas s'y fier : le contact oxydé devenant totalement isolant, il faudra parfois utiliser des abrasifs (toile émeri à grain très fin) pour retirer la couche d'oxyde isolant ou la rouille qui s'est développée, avant que le contact ne puisse se faire à nouveau.

Pour vérifier si le problème peut se résumer à la mauvaise qualité des contacts des piles ou batteries, on utilisera une alimentation de laboratoire pour alimenter l'appareil à l'aide de câbles de connexion munis de pinces crocodiles, et en s'assurant que la tension d'alimentation parvient bien aux circuits de l'appareil.

Mon conseil

Les problèmes d'oxydation sont sournois, leur élimination est parfois difficile et il est indispensable de neutraliser totalement l'action des produits chimiques les ayant provoqués. Procédez à l'étamage des contacts après nettoyage et à l'application d'un vernis protecteur sur les pistes des circuits imprimés atteints. Ne laissez jamais un appareil inutilisé avec des piles à l'intérieur, remplacez les piles ou batteries défectueuses sans attendre.

CIRCUIT IMPRIMÉ CASSÉ

Les circuits imprimés des appareils modernes comportent une ou deux couches de pistes conductrices externes pour les plus simples (et les plus nombreux). Certains appareils possèdent des circuits multicouches avec des pistes internes. Ces derniers seront très difficilement réparables en cas de casse.

Si la cassure est importante, il faudra juger de la quantité de pistes à reconstituer avant d'envisager une remise en état. Dans tous les cas, il faudra vérifier les points suivants :

- le nombre de couches du circuit, la dimension des pistes et de leur isolement ;
- la possibilité de souder des fils pour doubler les pistes endommagées ;

- la présence des composants situés au niveau de la cassure qui seront à changer ;
- la possibilité de renforcer le circuit (mécaniquement) après réparation afin d'éviter une casse future de la partie réparée.

C'est en fonction de ces critères qu'il faudra décider, ou non, de réparer le circuit.

Certaines pistes devront être simplement remises en contact par dépôt de soudure (petites fêlures), certaines pistes devront être doublées par des fils qui seront soudés sur des points étamés du circuit ou sur des broches de connexion des composants.

Dans tous les cas, il faudra vérifier la continuité des circuits ainsi réparés à l'aide d'un ohmmètre.

Il faudra ensuite renforcer la solidité du circuit afin de lui donner une chance de résister aux contraintes habituelles subies par l'appareil.

Pour ce faire, on vissera ou on collera par exemple une plaque de plastique renforçant le circuit à l'aide de colle Epoxy et on s'assurera de la bonne fixation de l'ensemble au boîtier de l'appareil.



Il sera bon de vérifier si, à la suite d'un choc, les autres éléments sont bien fixés au boîtier, notamment les composants lourds (haut-parleur ou transformateur par exemple) afin d'éviter qu'ils viennent heurter à nouveau les circuits fragiles.

RÉPARATION D'UN HAUT-PARLEUR

Il est possible de réparer un haut-parleur défectueux mais il faudra parfois songer à le changer. Bien que d'un coût très modeste, les petits haut-parleurs sont souvent difficilement remplaçables du fait de leurs dimensions adaptées à leur appareil. Il faudra quelquefois modifier légèrement la carcasse d'un haut-parleur pour lui permettre de se loger dans l'appareil.

Attention à la limaille !

Les haut-parleurs ont des aimants très puissants qui attireront la moindre limaille de fer lors d'une modification de la carcasse. La limaille viendra se loger au plus près de l'aimant provoquant souvent des vibrations parasites avec la membrane. Il faut donc éviter, tant que faire se peut, de limer ou scier une carcasse sans prendre des précautions par rapport à la limaille de fer produite.

Les réparations envisageables sur un haut-parleur sont les suivantes :

- réparation d'une membrane percée ou décollée mais avec le risque de voir apparaître des vibrations parasites : on utilisera de la colle rapide en quantité minimale pour éviter les vibrations s'il s'agit d'un point de colle en milieu de membrane ;
- élimination de poussières (souvent métalliques) à rechercher à l'aide d'un outil en fer qu'on magnétisera pour retenir la limaille à son extrémité ;
- réparation des fils de liaison entre les cosses de connexion de la carcasse et les œillets situés sur la membrane : on mettra un point de soudure au niveau de la coupure, ou on reliera les deux extré-



mités coupées à l'aide d'un fil de cuivre émaillé spiralé et soudé ; on veillera à la bonne continuité de la liaison ainsi réparée et à l'absence de vibration.



Figure 7-12. **Haut-parleur à membrane détachée de la carcasse réparé à l'aide de colle.**

Il sera impossible de réparer une membrane détruite ou cassante (papier séché), d'éliminer la présence de limaille dans l'entrefer de l'aimant, ou de rétablir les connexions coupées au niveau de la bobine mobile et tout problème de décentrage de la bobine mobile par rapport à l'aimant.

Combinés récepteurs radio-CD-cassettes portatifs

Pour ces appareils, on pourra, en ce qui concerne la partie réception, se reporter à la section « Radios portatives » page 211. Nous nous limiterons aux pannes de lecture des CD et aux unités d'enregistrement/lecture de cassettes audio, bien que cela devienne un peu démodé (mais non sans charme !).

VÉRIFICATION ET DÉPANNAGE D'UN LECTEUR CD

La plupart des pannes sont relatives à la mauvaise lecture des disques compacts. Le plus souvent, la lecture saute, le disque n'est pas reconnu ou la lecture s'interrompt. Dans ces situations, le problème se situe quasiment à 100 % au niveau du lecteur CD et, s'il ne s'agit pas d'un problème d'encrassement des parties mécaniques (sable ou poussières), vous pouvez être sûr que le bloc optique en lui-même est défectueux. Le remplacement d'un lecteur complet est très onéreux et la pièce est difficile à trouver.

Les pannes suivantes, fréquentes, peuvent être réparées.

- Le moteur ne démarre pas ou peine à démarrer : il faudra changer le lecteur CD complet, son mécanisme ou récupérer un moteur sur un autre (avec le risque qu'ils ne soient pas compatibles mécaniquement et/ou électriquement).
- Le déplacement longitudinal de la tête laser semble perturbé : on vérifiera la propreté et le graissage des pignons et engrenages ou la lubrification des glissières.

- Dans tous les autres cas, le bloc optique comportant la diode laser sera en cause et nécessitera d'être remplacée.
- Dans tous les cas, le démontage d'un lecteur CD n'est pas très complexe et les parties internes facilement accessibles.

On se reportera à la section « Lecteurs/graveurs de CD, DVD et Blu-ray » page 225 pour la réparation d'un lecteur optique.

VÉRIFICATION ET DÉPANNAGE D'UN LECTEUR/ENREGISTREUR DE CASSETTES

Les circuits électroniques de ces lecteurs ont une fiabilité à toute épreuve. La plupart des problèmes sont d'origine mécanique : plus le lecteur est sophistiqué (autoreverse, mécanique asservie, etc.), plus les problèmes mécaniques sont fréquents. Nous ne traiterons donc que la réparation des problèmes mécaniques dans cette section.

Nettoyage du mécanisme, graissage et remplacement des courroies

Le nettoyage du mécanisme d'un lecteur de cassettes est plus délicat que celui d'un lecteur laser en raison de la complexité du mécanisme.

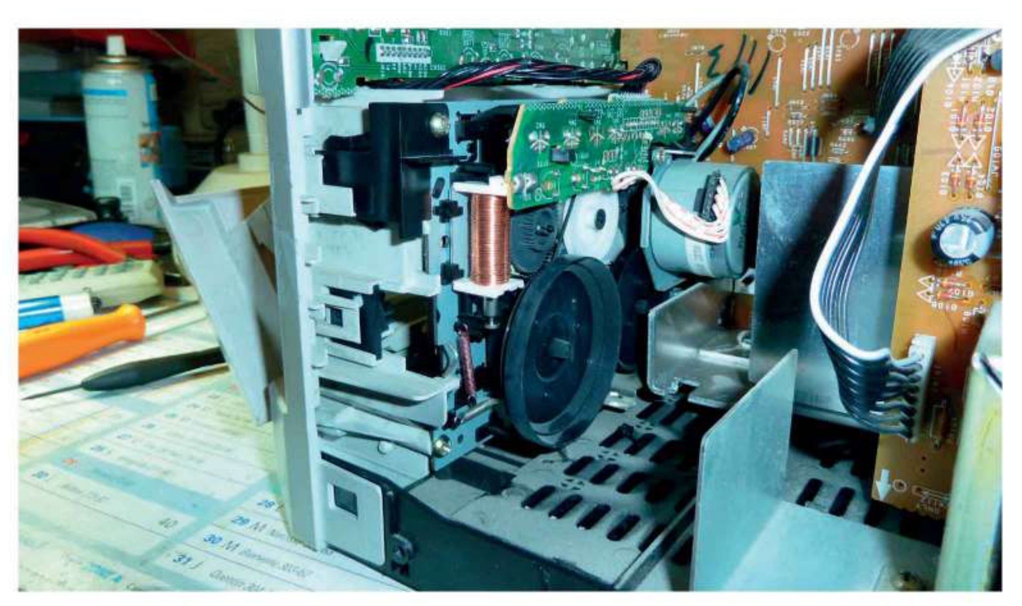


Figure 7-13. **Lecteur/enregistreur de cassettes intégré à une chaîne hi-fi compacte**

Il faudra d'abord suffisamment dégager le mécanisme pour accéder aux parties à nettoyer. Ce n'est d'ailleurs pas le plus facile, on risque d'endommager le mécanisme lui-même, les câbles qui le relient au reste de l'appareil et les circuits imprimés voisins si on n'est pas méticuleux. On peut aussi endommager les têtes magnétiques en les touchant avec les doigts ou tout autre objet surtout s'il est métallique ou, pire encore, magnétique (fer ou acier).

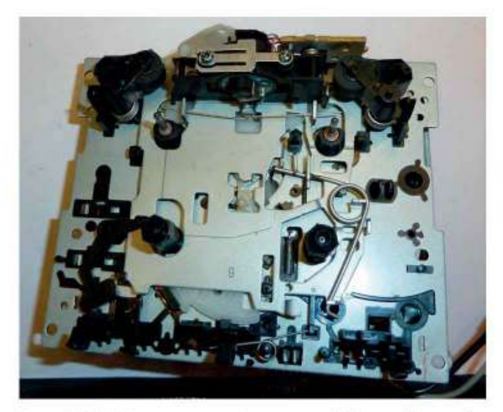



Figure 7-14. **Mécanisme sorti de son appareil (dessus/dessous)**

Sous une loupe, on nettoiera le mécanisme, pignons et engrenages avec de l'alcool isopropylique, afin de vérifier qu'aucune poussière, grain de sable ou fibre de tissu ne vienne bloquer le mécanisme. Un peu de graisse pour mécanismes délicats fera l'affaire après nettoyage.

Plusieurs courroies sont en général visibles au niveau du mécanisme, selon sa complexité, et au niveau de l'entraînement de bande. Une courroie détendue, glissant sur la poulie, pourra provoquer du pleurage si ce n'est l'arrêt complet de la lecture. De même, les galets presseurs, qui maintiennent la bande en contact avec l'axe d'entraînement de bande, pourront provoquer ces défauts s'ils sont mal nettoyés (salissures, huile ou dépôt de revêtement magnétique de bande).




Figure 7-15. **Courroie cassée et collée sur sa poulie, remplacée à droite**

Enfin, un défaut de bobinage de la bande sur l'une ou l'autre des bobines en mode lecture ou défilement rapide surviendra en cas de patinage des courroies ou galets, voire parfois des rondelles de feutre sales ou imbibées de graisse. Ces rondelles de feutre sont placées dans l'axe de poulies réceptrices et permettent un glissement de deux faces de poulies assurant un entraînement souple de la bande. On nettoiera à l'alcool les poulies et les courroies afin d'éliminer toute trace de graisse pouvant provoquer des glissements de courroies. Si la courroie est devenue lâche ou sèche, il faudra se résoudre à la changer, en se procurant des courroies ayant le bon profil (carré/plat/rond), la bonne section et la bonne dimension. Les courroies, qui ne sont pas utilisées dans les parties critiques du

lecteur, pourront être remplacées par de simples élastiques, à condition qu'ils soient de bonne qualité pour garantir une fiabilité dans le temps. En revanche, évitez d'utiliser des élastiques pour les courroies entraînant la bande, en raison du risque de pleurage découlant d'un entraînement instable de la bande.

Le remontage du mécanisme de lecture sera tout aussi délicat que le démontage, l'expérience m'a appris que malheureusement il fallait souvent s'y prendre à plusieurs reprises en raison de l'oubli d'une vis ou de l'exécution des opérations dans une séquence incorrecte, une opération gênant ou interdisant la suivante.

La mécanique a ses secrets que l'électronicien a parfois du mal à appréhender, tout comme l'électronique a les siens, rébarbatifs aux yeux du mécanicien. Avant de remonter le mécanisme dans son appareil, on vérifiera son fonctionnement. Ceci nécessitera parfois un démontage supplémentaire de l'appareil, afin de permettre les connexions avec les circuits électroniques.



Figure 7-16. **Test d'un mécanisme de lecteur/enregistreur de cassettes**

Je dois dire que je suis souvent en admiration devant la complexité des systèmes électromécaniques alors que l'électronique me paraît plus simple. Heureusement, l'électronique simplifie de plus en plus les mécanismes. Il n'y a qu'à regarder l'intérieur d'un Caméscope à bande et celui d'un Caméscope à mémoire flash pour s'en persuader…

Mon conseil

La réparation des appareils électromécaniques doit être considérée avec beaucoup de méticulosité. La casse par inattention peut être fréquente, et il est parfois très difficile de comprendre le fonctionnement d'un mécanisme complexe. Démontage et remontage sont des phases très critiques à mener dans le calme et sans précipitation.

Nettoyage et alignement des têtes

Le nettoyage des têtes sera rendu nécessaire lorsque, le temps faisant ses ravages, les bandes magnétiques auront déposé des résidus magnétiques sur les têtes et toutes autres parties en contact. Les têtes magnétiques encrassées ne permettront pas la reproduction (ou l'enregistrement) des fréquences aigües, rendant le son sourd. Muni d'un bâtonnet de coton, on passera de l'alcool isopropylique sur les têtes dans le sens de défilement de la bande (enregistrement/lecture et effacement).

Des traces noirâtres seront probablement constatées sur le coton : renouvelez l'opération en changeant le coton jusqu'à disparition des traces. Vérifiez bien qu'aucun résidu de coton ne reste collé sur les têtes. Sachez également que le désalignement des têtes peut réduire les fréquences aigües : il existe en général une vis permettant le réglage de l'azimut de la tête qu'on fera à l'écoute du son, en maximisant la reproduction des aigus.

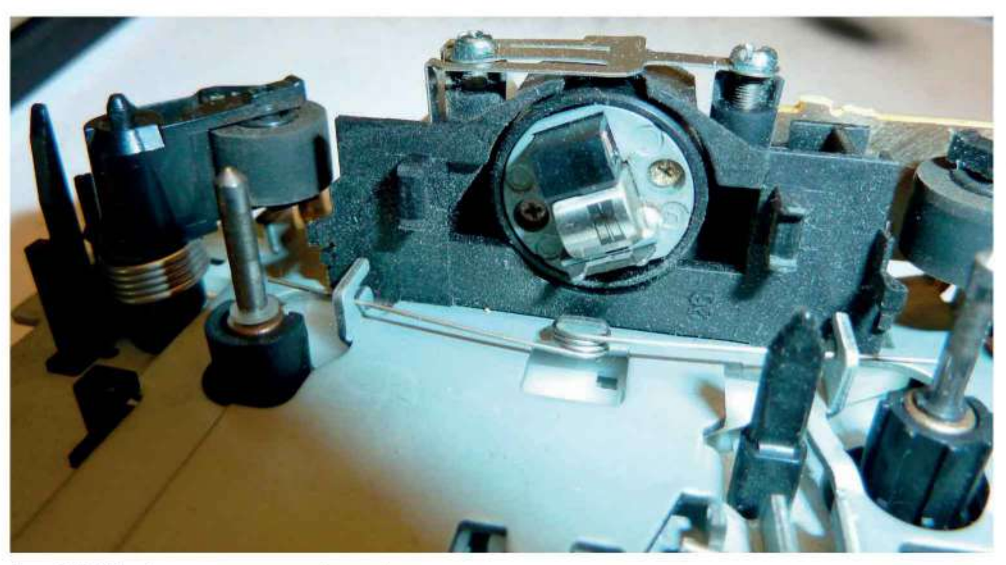


Figure 7-17. **Mécanisme autoreverse avec têtes rotatives**

Dans le cas des appareils « autoreverse », il faudra d'abord déterminer le fonctionnement du mécanisme avant d'intervenir. En effet, on pourra être en présence d'un appareil à deux têtes séparées (une par sens de défilement), d'un appareil à tête unique à quatre pistes ou d'un appareil à tête à retournement.

Les puristes pourront utiliser des bandes enregistrées avec des fréquences diverses et un oscilloscope pour parfaire le réglage. Je pense pour ma part que l'essentiel avec ces appareils étant de se faire « auditivement » plaisir, le réglage à l'oreille est très suffisant et plus rapide.

Sachez aussi que, lors des manipulations proches des têtes magnétiques, il est recommandé de travailler avec des outils « amagnétiques » afin de ne pas risquer de magnétiser les têtes. Dans le cas contraire, utilisez un des dispositifs de démagnétisation existants.

Chaînes hi-fi

En dehors des équipements très haut de gamme utilisant des amplificateurs à tubes électroniques, toute la hi-fi moderne utilise des circuits à semi-conducteurs, traités dans cette section. Nous laisserons le dépannage des appareils utilisant des tubes à vide aux spécialistes, je doute d'ailleurs que le propriétaire d'un amplificateur coûteux néglige son dépannage en ne le confiant pas à un professionnel.

S'il s'agit de matériel « vintage », la question devra se poser de l'intérêt d'un dépannage au vu du coût d'un matériel moderne équivalent, mais cela, j'en conviens, est en opposition avec la démarche poursuivie du recyclage sans but économique et par plaisir. En règle générale, le matériel utilisant des tubes à vide est beaucoup moins intégré et compact, donc souvent plus facile à dépanner ; les pièces détachées peuvent être plus difficiles à trouver. Toutefois, certains matériels utilisaient ou utilisent une technologie hybride, ne réservant l'usage des tubes électroniques qu'aux étages de puissance. Nous nous limiterons ici aux chaînes hi-fi à éléments séparés classiques ou aux chaînes compactes transistorisées.

À vrai dire, avant même de commencer et surtout dans le cas des appareils compacts, la première étape, souvent difficile, sera de démonter l'appareil pour accéder à ses circuits et émettre un diagnostic. Une fois l'appareil désassemblé, il faudra parfois créer des connexions temporaires remplaçant celles qui ne peuvent être maintenues lorsque les circuits imprimés sont rendus accessibles, en raison de la trop faible longueur des câbles utilisés.

Mon conseil

Pour assurer efficacement le dépannage des appareils hi-fi, il est indispensable, en tout début de travail, de pouvoir accéder sans gêne à tous les éléments de façon à pouvoir diagnostiquer puis réparer les éléments fautifs. Ce démontage réalisé, on s'assurera que l'appareil, mis à plat sur la table de travail, est dans le même état de fonctionnement (mauvais ou défectueux) qu'avant l'opération.

RÉPARATION DES UNITÉS DE CD

Ces éléments communs à plusieurs types d'appareils sont largement abordés dans la section sur les lecteurs/graveurs optiques page 225 : remise en état, mécanismes de chargement et blocs de lecture (le dépannage de leurs circuits électroniques étant rarement nécessaire vu leur fiabilité éprouvée).

Ces éléments, qu'ils soient séparés ou intégrés dans des appareils compacts, ne présentent aucune particularité si ce n'est, dans le cas des éléments séparés, la présence d'une alimentation qui leur est propre et qui pourra être dépannée, comme toutes les alimentations d'autres appareils traités par ailleurs dans cet ouvrage.



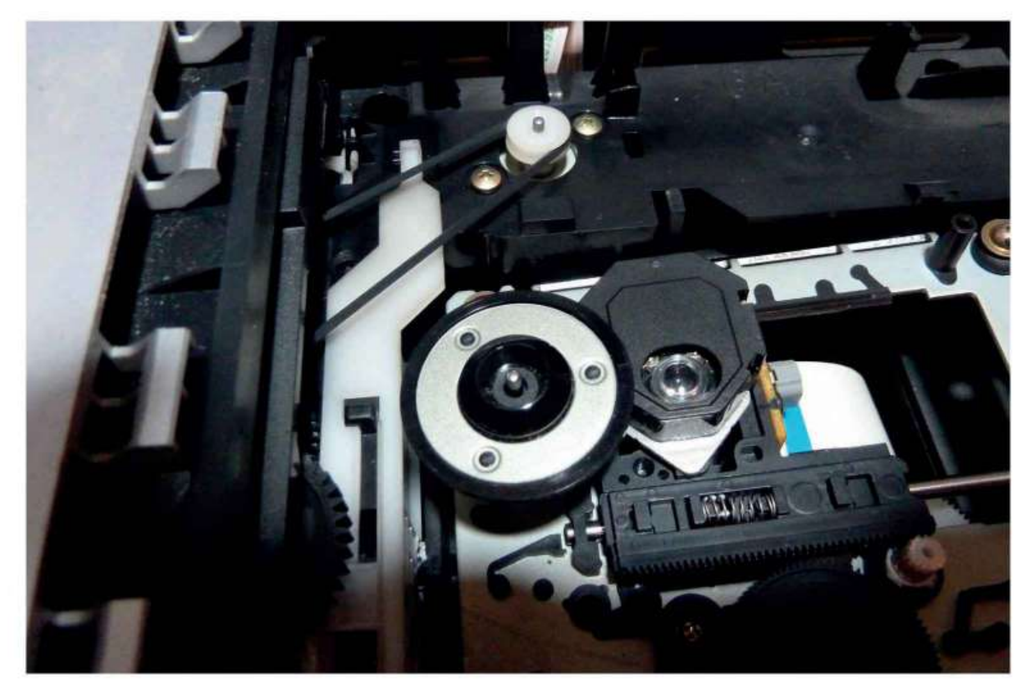


Figure 7-18. **Lecteur de CD d'une chaîne hi-fi : courroie, bloc laser, platine de centrage retirée**

VÉRIFICATION ET RÉPARATION DES CIRCUITS DES CHAÎNES HI-FI

Les différentes parties électroniques des chaînes hi-fi, (alimentation, circuits de réception) sont abordées pour d'autres appareils et il n'y a pas de grandes spécificités propres aux appareils hi-fi.

Le dépannage des circuits de réception n'est pas envisageable, à la fois en raison de leur complexité et de l'absence de documentation dans la plupart des cas. Ces circuits ne sont d'ailleurs que très rarement mis en cause, contrairement aux habituelles alimentations et circuits d'amplification.

Certaines chaînes utilisent encore des alimentations classiques (transformateur, pont redresseur et filtrage) qu'il est inutile de décrire ici en raison de leur simplicité. La plupart des appareils modernes font appel aux alimentations à découpage traitées par ailleurs. En ce qui concerne les circuits d'amplification, la majeure partie des pannes sont dues à des composants défaillants dans les étages de puissance (notamment en raison de l'échauffement). On trouvera souvent des circuits intégrés amplificateurs défaillants ou des transistors des étages de sortie en court-circuit (provoquant un défaut d'alimentation) ou coupés. Il conviendra donc de tester ces circuits en tout premier lieu.

Subissant des demandes de puissance parfois importantes, les amplificateurs de sortie comportent souvent des circuits de protection qui peuvent empêcher le bon fonctionnement des appareils. Selon la qualité et la sophistication des appareils, ces circuits sont plus ou moins riches et complexes. Si l'étage de sortie est un amplificateur « classe D », on trouvera à coup sûr les classiques protections dites « DC » qui vérifient l'absence de fuites de tensions continues vers les haut-parleurs. Certains amplificateurs ont des circuits de sécurité basés sur la mesure de température des radiateurs des transistors de sortie.

Il conviendra donc d'appréhender tous ces circuits lorsqu'on se trouve face à un appareil qui ne fonctionne pas.

Les schémas et notices de maintenance sont rares dans ces domaines d'équipement, mais certaines marques ont fait l'effort de mettre à disposition une documentation avec schémas assez complète.

VÉRIFICATION ET RÉPARATION DES ENCEINTES ACOUSTIQUES

Pannes fréquentes sur les enceintes

Les problèmes rencontrés au niveau des enceintes acoustiques sont en général de deux sortes différentes : il s'agira soit de vibrations, soit d'absence de reproduction ou de reproduction incorrecte du son. Bien souvent, le problème sera imputable à l'enceinte elle-même (fêlure, décollement, vibration intempestive d'un évent ou cloison interne…), ou à un haut-parleur reproduisant le son de façon imparfaite.

Panne sur une seule enceinte

En cas de problème rencontré sur une seule enceinte, pensez à la permuter d'abord avec l'autre enceinte afin de vérifier que le problème ne provient pas de l'amplificateur.

Un haut-parleur, s'il fonctionne, pourra émettre des vibrations parasites suggérant la présence de poussières dans son entrefer ou sur sa membrane (attention à la limaille de fer, redoutable car attirée par l'aimant permanent du haut-parleur). Cela pourra également être dû à la rupture partielle et non continue de ses liaisons électriques, de la mise en contact d'un tout autre objet avec sa membrane (contact avec un fil de liaison mal positionné par exemple) ou bien encore du mauvais état de sa membrane (déchirée ou décollée).



Figure 7-19. Évent interne d'une enceinte

La présence d'une vibration est souvent très difficile à localiser ; on ne saura pas toujours d'où cela provient. Pour isoler le problème, on pourra par exemple démonter le haut-parleur de l'enceinte et vérifier, en le maintenant hors de l'enceinte, s'il émet des vibrations. En cas de doute, comme on a la chance de disposer d'équipements en général stéréophoniques, on pourra procéder par permutation du haut-parleur d'une enceinte à l'autre. Si le haut-

parleur est mis hors de cause, on orientera ses recherches vers la structure de l'enceinte. La vibration pourra aussi être due à une pièce auxiliaire cassée, fêlée ou décollée (cloison, évent...). Ce sera parfois un travail d'ébéniste !



Figure 7-20. **Connexion de la membrane en fil souple**

Si le haut-parleur est incriminé, on procédera à son échange ou à sa réparation (voir la section « Les haut-parleurs », page 308).

Il existe également une particularité : certaines enceintes utilisent deux haut-parleurs ou plus, dont l'un est un *tweeter* (rien à voir avec Internet, un *tweeter* est un petit haut-parleur spécialisé dans la reproduction des sons aigus). Afin de ne transmettre à ce *tweeter* que les fréquences hautes du son, un simple condensateur d'une valeur d'environ 1 à 2 µF, de préférence non polarisé, est placé en série dans la connexion du *tweeter* bloquant le passage des fréquences graves et sert donc de filtre. Ce condensateur est souvent de type électrochimique. S'il est coupé ou si sa valeur a fortement diminué, les aigus ne seront pas reproduits ; s'il est en court-circuit, le *tweeter* réagissant mal aux fréquences graves produira un son de mauvaise qualité.

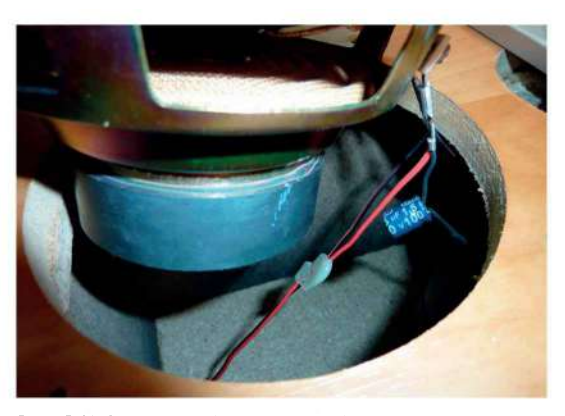


Figure 7-21. **Condensateur de connexion vers le tweeter**

Dans les enceintes haut de gamme, plusieurs filtres plus sophistiqués comportant inductances et condensateurs peuvent exister pour différencier les sons graves, médiums et aigus. Utilisant des composants de meilleure qualité, ils seront rarement mis en défaut mais leur contrôle pourra parfois réserver des surprises.



Figure-7-22. **Démontage d'une enceinte deux voies**

Démontage et remontage d'une enceinte acoustique

Les concepteurs d'enceintes acoustiques ont une bête noire : les vibrations parasites ! Afin de s'en prémunir au maximum, les enceintes sont réalisées en matériaux épais, acoustiquement neutres (si possible en bois qui allie esthétique et caractéristiques sonores adaptées), et sont le plus souvent hermétiquement collées afin d'éviter les fuites d'air provoquant des résonances parasites et les vibrations des matériaux constituant le boîtier.

De ce fait, les enceintes ne sont pas souvent démontables sans provoquer quelques dégâts. L'accès peut en général se faire par l'avant de l'enceinte, après avoir retiré la grille décor de protection, le plus souvent clipsée. On découvrira ainsi les haut-parleurs qui sont maintenus sur la face avant de l'enceinte par des vis. L'intérieur de l'enceinte ne sera atteint qu'après démontage des haut-parleurs. Il est rarement nécessaire d'intervenir à l'intérieur d'une enceinte acoustique, les problèmes se situant plus fréquemment au niveau des haut-parleurs ou des connexions et de leurs filtres. Si, néanmoins, vous devez démonter un des panneaux constituant le boîtier, faites-le avec beaucoup de précaution, en prenant soin d'avoir préalablement démonté les haut-parleurs afin d'éviter de les endommager par la poussière.

Au remontage, recollez ou revissez bien les panneaux en insérant si besoin un joint élastique absorbant les éventuelles vibrations.

Lecteurs/graveurs de CD, DVD et Blu-ray

On regroupe dans cette section l'ensemble des appareils de lecture de disques compacts, qu'ils soient intégrés à d'autres appareils ou autonomes. Qu'on ait affaire à un lecteur de CD, un lecteur de DVD ou de DVD/Blu-ray, les principes et les pannes qu'on peut espérer corriger restent les mêmes (bien que, en effet, ces appareils diffèrent profondément les uns des autres dans leur conception électronique). Pour les problèmes diagnostiqués au niveau de l'alimentation, on se reportera au chapitre 8 consacré à la réparation des alimentations.

DIAGNOSTICS DES PANNES DE LECTEURS/GRAVEURS OPTIQUES

Trois types de pannes sont fréquents sur ces appareils :

- alimentation défaillante ;
- chargement/déchargement défectueux des disques ;
- problèmes de lecture ou de reconnaissance des disques à l'initialisation.

Problèmes d'alimentation

Ces problèmes viendront le plus souvent du bloc alimentation, rarement des circuits de commande qu'on pourra cependant vérifier et simuler le cas échéant. En particulier, lorsque l'appareil reste en veille, on vérifiera qu'aucune surcharge d'alimentation n'est causée par l'appareil lui-même, mettant en défaut l'alimentation. On pourra également utiliser des alimentations de laboratoire pour fournir les tensions attendues à l'appareil et vérifier ainsi son fonctionnement.

Problèmes de chargement/déchargement

Il s'agit ici des pannes relatives à la mécanique de commande du tiroir support de disque qui est en général bloquée, laissant parfois un disque prisonnier à l'intérieur de l'unité. Sachez déjà qu'il existe généralement un trou minuscule sur la façade avant du tiroir, destiné à y enfoncer délicatement un trombone (de papeterie) qui permettra l'ouverture manuelle du tiroir bloqué.

Lorsque des problèmes surviennent au niveau du fonctionnement du tiroir, il s'agit dans la plupart des cas d'une courroie qui a vieilli et devient trop lâche pour entraîner le mécanisme, ou qui a cassé. On aura parfois des pannes dues à la présence de graisse sur les poulies d'entraînement ou à un moteur grillé. Il se pourra aussi que le petit dernier de la famille ait glissé un objet plat à l'intérieur, bloquant ainsi le tiroir. Reste, en ce cas, à espérer que l'objet n'aura pas réussi à atteindre le bloc optique.

On devra donc le plus souvent remplacer la (ou les) courroie(s) d'entraînement du plateau, ce qui est aisé puisqu'un simple élastique en caoutchouc de bonne qualité et de taille adéquate suffira à réparer, pour un temps assez long, le lecteur.

Problèmes de lecture ou de gravure

On orientera, en tout premier lieu, son diagnostic vers une défaillance du mécanisme de lecture, lorsqu'on constate :

- des difficultés à reconnaître un disque à l'initialisation de la lecture ;
- pas de lecture ou sauts intempestifs lors de la lecture ;
- défauts ou erreurs d'écriture (pour un graveur).

Le non-fonctionnement de la lecture des DVD alors que la lecture des CD est correcte (panne fréquente) indique un problème au niveau du bloc optique, ce dernier possédant deux lentilles. Il pourra aussi s'agir d'une défaillance, heureusement rare, des circuits de l'appareil ; rappelez-vous que ceux-ci, peu ou pas documentés, ont des composants quasiment impossibles à réparer.

Avant d'envisager des pannes de ce type, vérifiez si le défaut est constaté avec différents disques. En effet, des disques mêmes neufs peuvent présenter des défauts de pressage ou des rayures rendant leur lecture difficile ou mauvaise.

Si la panne s'avère bien réelle, trois zones sont à considérer :

- au niveau de l'entraînement du disque : les disques sont mis en rotation par un moteur entraînant directement le disque sans aucun mécanisme intermédiaire ; on vérifiera les connexions du moteur et un éventuel blocage mécanique (le remplacement d'un moteur sera simple mais trouver la pièce de rechange est plus problématique) ;
- au niveau du déplacement du bloc optique : on vérifiera en particulier le graissage des engrenages et glissières, mais aussi leur propreté (présence possible de grains de poussière) ;
- problèmes localisés au bloc optique ou à l'électronique de l'appareil : on essaiera de nettoyer la lentille, de la régler ou de la remplacer ; les pannes électroniques à ce niveau sont quasiment inexistantes et rarement réparables.



RÉPARATIONS ENVISAGEABLES

Les réparations qui concernent les circuits électroniques de ces appareils ne sont pas abordées en raison des difficultés à parvenir à un résultat. Les opérations suivantes sont en revanche tout à fait réalisables sans difficulté.

Nettoyage du mécanisme, graissage et remplacement des courroies

Le nettoyage du mécanisme n'est pas une opération difficile, mais attention à ne pas endommager la tête laser en la touchant avec les doigts ou tout autre objet.

On nettoiera le mécanisme, pignons et engrenages, avec de l'alcool isopropylique sous une loupe afin de vérifier qu'aucune poussière, grain de sable ou fibre de tissu ne vienne bloquer le mécanisme. Un peu de graisse pour mécanismes délicats fera l'affaire après nettoyage.

Les courroies ne sont présentes qu'au niveau ouverture/fermeture du tiroir, jamais dans la partie lecture. De ce fait, les courroies défectueuses ne provoqueront que des pannes de transport du disque dans l'unité. On pourra toujours essayer de nettoyer à l'alcool les poulies et les courroies afin d'éliminer toute trace de graisse pouvant provoquer des glissements. Si la courroie est devenue lâche ou sèche, il faudra se résoudre à la changer.

Il conviendra de se procurer des courroies du bon profil (carré/plat/rond), de la bonne section et de la bonne dimension. Ces courroies ne se situant pas dans les parties critiques du lecteur, on pourra souvent les remplacer par des élastiques à condition qu'ils soient de bonne qualité, en caoutchouc naturel pour garantir une fiabilité dans le temps.

Nettoyage de la lentille et réglage

Lorsqu'un bloc optique est mis en cause, il est inutile de se priver de quelques opérations de sauvetage, même un peu barbares comme le nettoyage de la tête laser. Il y a peu de chances que cela suffise à réparer un lecteur récalcitrant mais cela peut arriver, notamment si le lecteur a été utilisé en milieu humide ou enfumé. Le nettoyage se fera à l'alcool isopropylique à l'aide d'un Coton-Tige ou d'un tissu de nettoyage de lunetterie en « massant » délicatement en rond la surface de la lentille laser. L'alcool isopropylique s'évaporant très rapidement, inutile de sécher la lentille, on pourra vérifier le résultat très rapidement. Il existe également des CD ou DVD dits de nettoyage. Pour ma part, ils ne m'ont jamais apporté un résultat concluant, alors qu'un petit « massage » comme évoqué ci-dessus est souvent efficace.



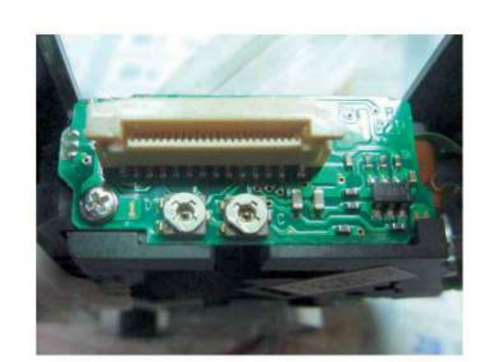


Figure 7-23. Potentiomètres de réglage (CD à gauche, CD/DVD à droite)

Si la lecture demeure toujours aléatoire, on pourra tenter un réglage du (ou des) potentiomètre(s) ajustable(s) présent(s) au niveau de la tête.

Dans le cas des lecteurs mixtes CD/DVD, il existe un potentiomètre pour le réglage CD et un autre pour le réglage DVD. Ils sont repérés par une petite lettre C ou D.

Il conviendra d'agir par très petits changements en vérifiant si cela corrige le défaut de lecture. Pour ma part, j'ai certes pu minimiser certains défauts de lecture en procédant à ces réglages, mais je n'ai jamais pu éliminer totalement les défauts.

Remplacement du mécanisme ou du bloc optique

Le remplacement du bloc optique est le plus souvent possible, on trouvera parfois le bloc et son mécanisme (bloc optique, moteur et entraînement du bloc optique). Sa référence est présente sur la platine et en la cherchant, on pourra peut-être trouver un mécanisme complet en vente.

On aura également, pour un coût moindre, la possibilité de changer le bloc laser seul en conservant le mécanisme.

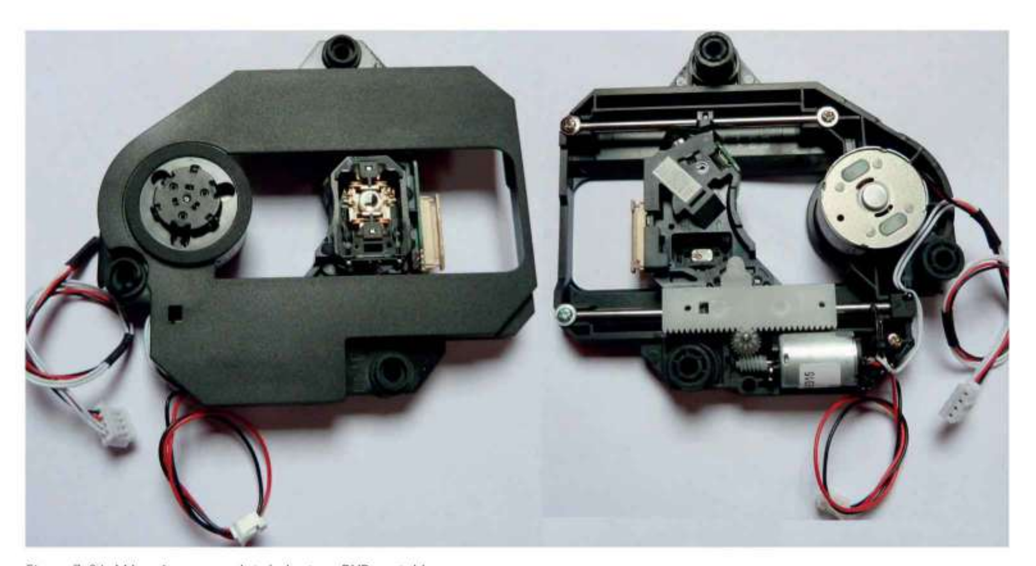


Figure 7-24. **Mécanisme complet de lecteur DVD portable**

Cette seconde opération est plus délicate mais reste à portée de tous en respectant quelques précautions et surtout elle est très économique. On peut trouver une tête laser neuve pour quelques euros (ou, au pire, à moins de trente). Précautions à respecter :

- Prendre garde à l'électricité statique ennemie des blocs laser. On pourra se munir d'un bracelet conducteur relié à la terre par une résistance d'environ 1 MΩ.
- Ne pas toucher la lentille laser lors des manipulations.
- Ne jamais forcer sur les mécanismes pour déplacer la tête.
- Ne jamais laisser la graisse du mécanisme atteindre la tête.

Le démontage du bloc optique n'est en général pas difficile. Sur les lecteurs à tiroir, après avoir ouvert celui-ci, on procédera en quatre étapes :

1 On démontera la platine surmontant la lentille laser (munie d'un aimant centreur du disque) afin d'avoir accès au mécanisme du lecteur (bloc lentille et moteurs).

2 On démontera ensuite la platine du mécanisme entier, en général suspendue sur des petits blocs caoutchoutés (type « silent bloc ») et vissée sur la carcasse du lecteur.

3 On déconnectera alors délicatement les différents câbles plats reliant le bloc au reste de l'appareil.

4 Pour terminer, il conviendra de retirer ou dégager la ou les glissières métalliques pour extraire la tête laser.

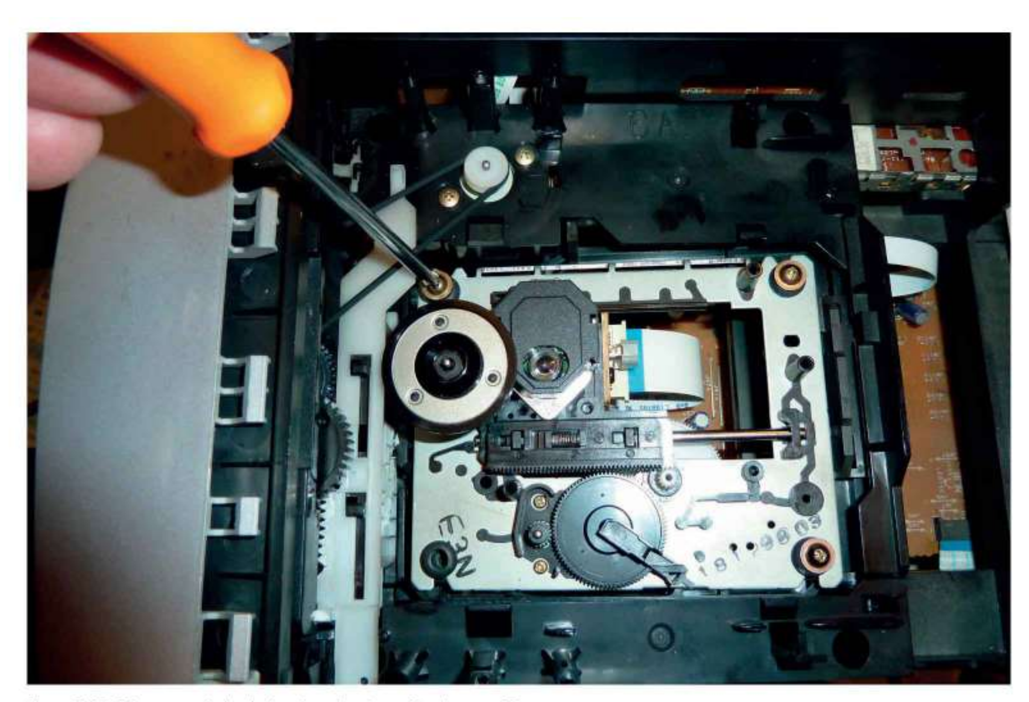


Figure 7-25. **Démontage de la platine du mécanisme d'un lecteur CD**

Sur les lecteurs à couvercle, on extraira le bloc lecteur vissé sur ses blocs caoutchoutés. En général, seul le mécanisme complet est disponible en pièces détachées.

On procédera en ordre inverse pour la mise en place de la pièce de remplacement.

Il n'y a aucun réglage mécanique délicat à effectuer ; on devra cependant remettre en place le système de rattrapage de jeu présent sur la crémaillère de déplacement de la tête laser. Il s'agit en fait d'une double crémaillère dont une, maintenue par un ressort, glisse sur la première, l'asservissement de l'appareil permettant tous les rattrapages. On vérifiera uniquement à la remise en place que le ressort est légèrement tendu, et que les déplacements mécaniques se font sans difficulté après avoir légèrement graissé la crémaillère.

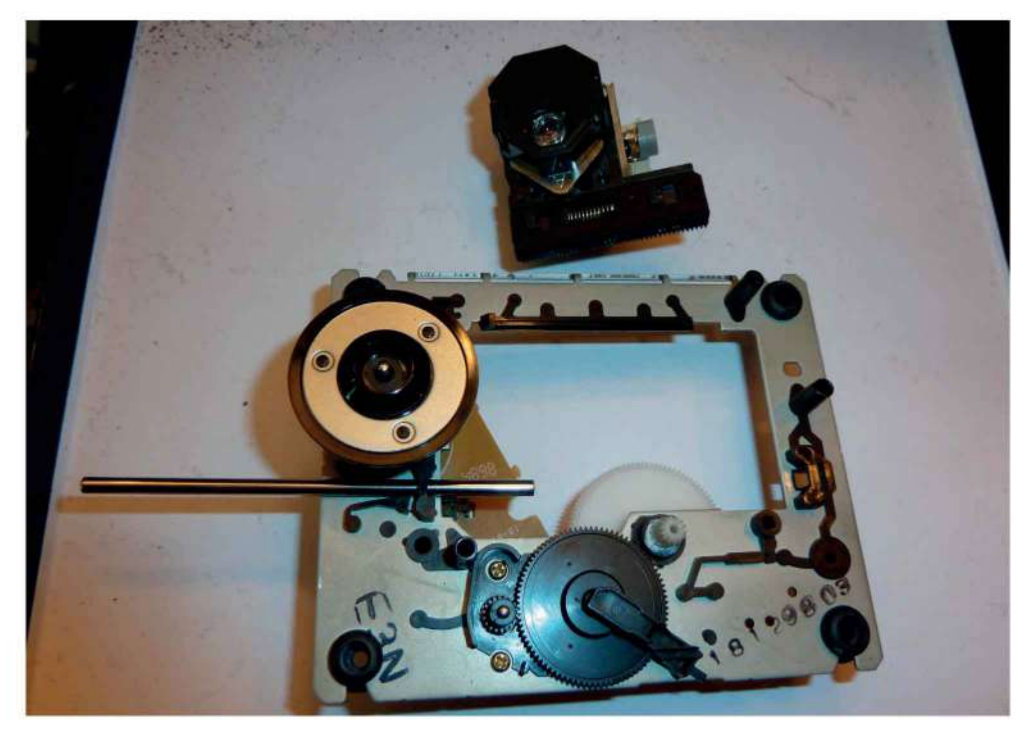


Figure 7-26. **Bloc optique démonté après libération de la glissière unique**

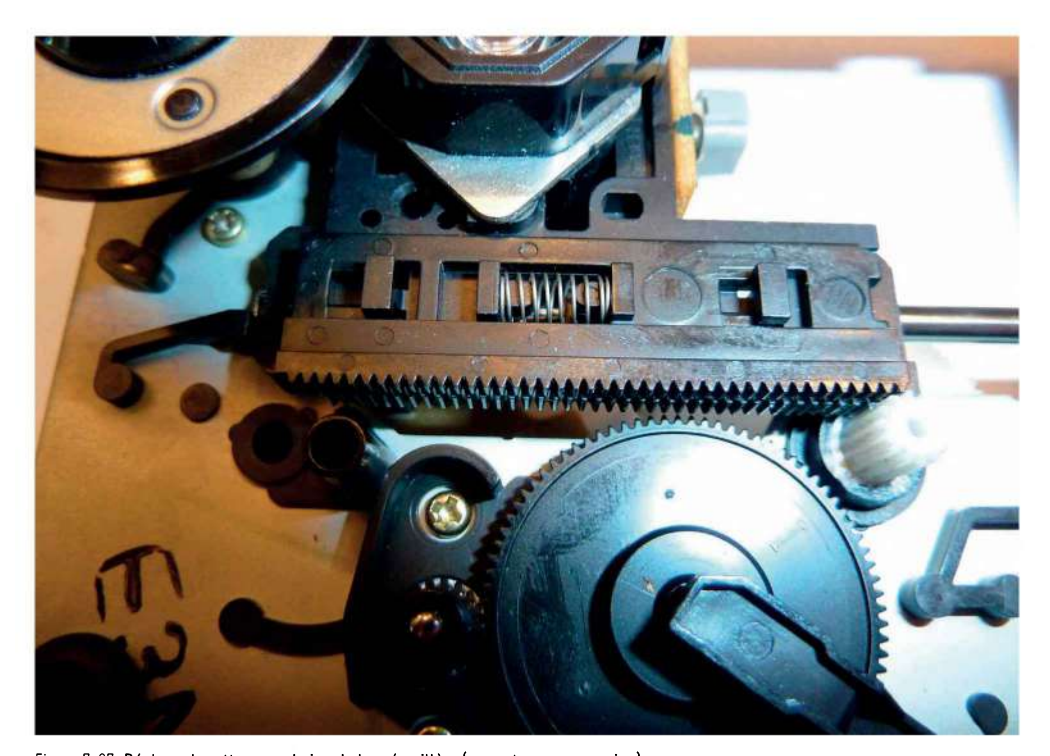


Figure 7-27. **Réglage du rattrapage de jeu de la crémaillère (ressort en compression)**

Une fois le remontage terminé, avant la remise sous tension, il conviendra de retirer le pont de soudure qui protège les têtes neuves des effets de l'électricité statique durant le transport et la manipulation. Sans avoir effectué cette opération, la tête restera inutilisable.

Figure 7-28. **Pont de soudure (après suppression) sur un bloc laser de lecteur CD/DVD**



Normalement, l'accès au pont de soudure reste facile, tête remontée. Dans le cas contraire, on pourra retirer le pont de soudure avant montage du bloc dans le mécanisme, mais en prenant ensuite les précautions indispensables pour éviter les effets destructeurs des charges électrostatiques.

Magnétoscopes

Les magnétoscopes devenant de plus en plus rares, leur réparation n'est guère d'actualité. Pourtant, nombreux sont encore les possesseurs de cassettes vidéo qui aiment à les visionner.

Fut un temps où on remplaçait les tambours de lecture ou les têtes d'effacement. De nos jours, ces éléments étant difficiles à trouver et chers, on limitera les remises en état au nettoyage des têtes et du mécanisme, ou au changement des courroies.

Bien entendu, si le problème vient de l'alimentation ou de la télécommande de l'appareil, on pourra se reporter à la section « Télécommandes diverses » du chapitre 7 et au chapitre 8. Pour le reste des circuits, il sera rarement à portée d'un dépanneur amateur de les réparer au niveau composant étant donné d'une part la fiabilité des circuits et d'autre part la difficulté de trouver la documentation nécessaire.

C'est donc surtout les éléments mécaniques et les alimentations qui seront en cause au niveau de ces appareils et que nous traitons dans cet ouvrage.

Un problème de qualité d'image ou de son sera souvent dû à un problème d'encrassement des têtes magnétiques, alors qu'un dysfonctionnement mécanique sera dû, en général, à un problème de courroie détendue ou cassée, ou à un encrassement des galets ou axes d'entraînement de la bande. Plus rarement, il pourra aussi s'agir de la casse d'un pignon pour lequel il sera difficile et/ou coûteux de trouver une pièce de remplacement. De même s'il s'agit d'un moteur défectueux.



Figure 7-29. **Intérieur d'un magnétoscope VHS**

NETTOYAGE DES TÊTES D'EFFACEMENT, D'ENREGISTREMENT-LECTURE

Le nettoyage des têtes d'effacement ne présente pas de difficultés, il s'agit de têtes fixes, comme indiqué au niveau des unités à cassettes. Le nettoyage à l'aide d'un Coton-Tige ou d'un chiffon doux imprégné d'alcool isopropylique, dans le sens de parcours de la bande, suffira.



Figure 7-30. **Tête d'effacement de magnétoscope VHS**

Il en est de même pour les têtes enregistrement-lecture audio, pourtant plus fragiles.



Figure 7-31. **Tête d'enregistrement-lecture audio de magnétoscope VHS**

On vérifiera après nettoyage que tous les dépôts magnétiques ont bien disparu et qu'aucune fibre textile ne demeure collée à la tête.

En ce qui concerne les tambours d'enregistrement–lecture vidéo, leur fragilité étant beaucoup plus importante, on procédera de la même manière, mais je préfère l'utilisation d'un chiffon doux ET NON PELUCHEUX à imbiber d'alcool et à glisser délicatement sur l'entrefer de la tête magnétique, dans le sens du défilement de la bande (en biais).

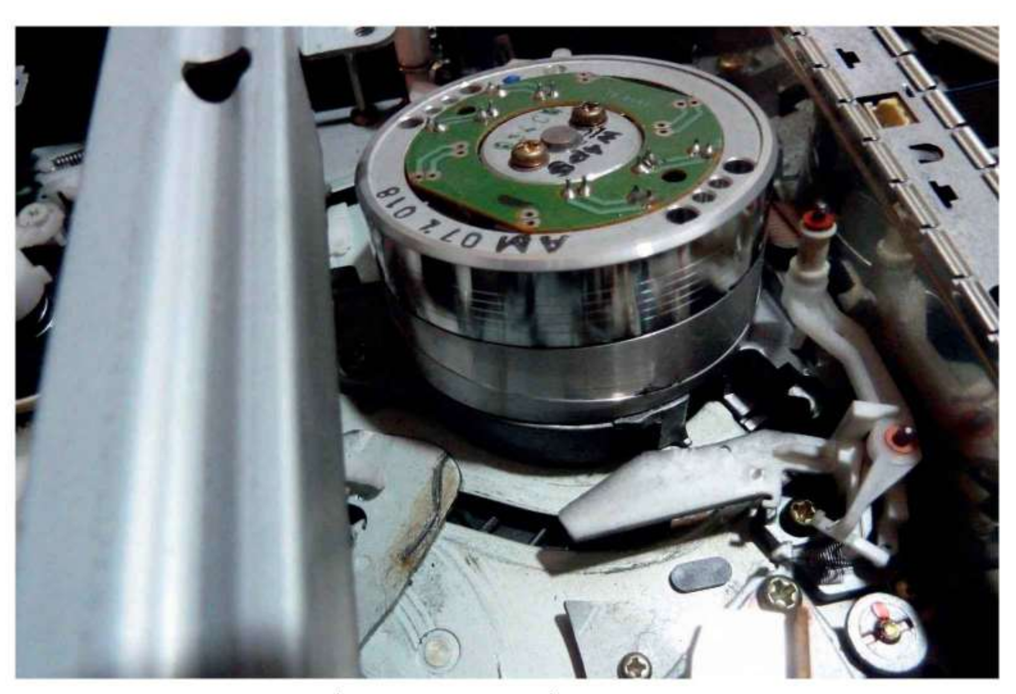


Figure 7-32. **Tambour de magnétoscope VHS (lecture-enregistrement vidéo)**



Le risque de détérioration de la tête étant important si une fibre vient à s'accrocher à la tête d'un tambour magnétique, il convient donc d'être particulièrement méticuleux et d'agir sans précipitation ni force.

NETTOYAGE DU MÉCANISME ET CHANGEMENT DES COURROIES

Les mécanismes de transport et chargement de bandes des magnétoscopes sont assez complexes. Lors de la recherche d'un défaut de fonctionnement, il sera utile, au préalable, de comprendre celui-ci.

De nombreux galets sont présents, parfois difficiles à trouver en remplacement, les magnétoscopes faisant partie du passé. On tentera leur nettoyage à l'alcool ; si un phénomène de glissement est constaté, on pourra aussi renforcer légèrement la pression exercée par le ressort associé.



Figure 7-33. **Mécanisme d'un magnétoscope VHS**

Les courroies pourront être nettoyées ou changées si elles sont distendues, sèches ou rompues. On trouve encore de nombreuses courroies se caractérisant par leur section (ronde, plate, carrée) et leurs dimensions (section et diamètre ou longueur totale).

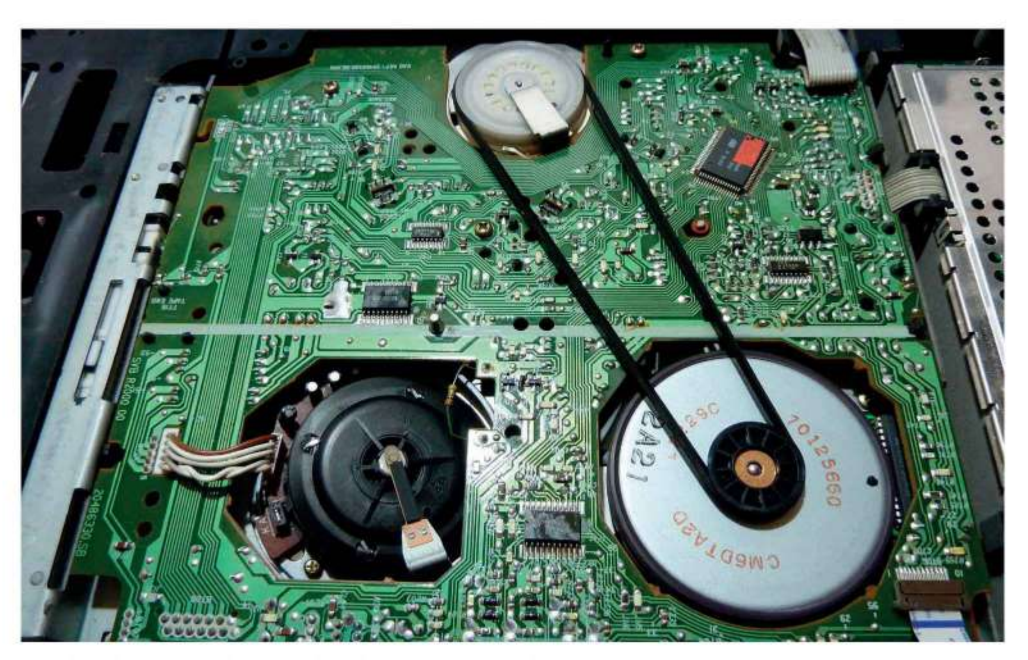


Figure 7-34. **Vue de dessous du mécanisme logé dans le circuit imprimé**

Pour un dépannage moins pérenne, mais rapide et efficace, on pourra remplacer les courroies par des élastiques de bureau de bonne qualité (caoutchouc véritable si possible). Le prix d'une courroie est à peu près celui d'une boîte de 100 élastiques assortis !

Vidéoprojecteurs

TYPOLOGIE DES PANNES

Par manque d'expérience pratique, je ne traiterai que le nettoyage et le remplacement des lampes de ces appareils. Une approche rapide permet de dire qu'un vidéoprojecteur n'est jamais qu'un téléviseur (avec ou sans tuner de syntonisation) dont l'écran est remplacé par un système de projection. Les spécificités sont donc relatives à ce système de projection. Il faut considérer que ces appareils comportent aussi des circuits d'alimentation qui pourront présenter des défaillances comme dans tous les autres appareils.

L'utilisation de lampes de faibles dimensions mais de puissance élevée rend la ventilation de ces appareils primordiale ; il conviendra toujours de s'assurer que cette ventilation peut se faire sans problème, en évitant par exemple d'installer l'appareil dans un coffret juste pour éviter d'entendre le bruit de la ventilation. De même, on s'assurera de la propreté du ou des filtres antipoussière toujours présents.

Les lampes de vidéoprojecteurs sont de type haute pression et font appel à des circuits d'alimentation spécifiques mettant en jeu haute tension et puissance. Pour le dépannage des circuits d'alimentation, on se reportera au chapitre 8 de ce livre traitant des circuits communs aux autres appareils. Il en sera de même pour les circuits d'alimentation des lampes.



Figure 7-35. **Vidéoprojecteur Home-Cinéma de type Tri-LCD**

Parmi les pannes les plus fréquentes des vidéoprojecteurs, les problèmes liés à la poussière (accumulée sur les éléments du système de projection) sont récurrents : l'image semble affectée de taches de couleur voire de déformations.

TECHNOLOGIES À DISTINGUER

Les systèmes de vidéoprojection se déclinent en deux catégories : les systèmes LCD et les systèmes DLP *(Digital Light Processing)*.

- Le système LCD est constitué de trois petits écrans LCD (quelques millimètres de côté) dotés de pixels (jusqu'à plusieurs millions) placés devant une source lumineuse. On baptise souvent cette technologie « Tri-LCD » : chaque petit panneau LCD fonctionne en bloquant le passage de la lumière filtrée (selon les trois fondamentales Rouge Vert Bleu mélangées ensuite en une seule image) par le biais de miroirs et prismes puis envoyés vers la lentille de projection (zoom et réglage de la netteté).
- Le système DLP est constitué d'une puce DMD tout aussi petite et dotée de pixels constitués de micromiroirs dont l'orientation de chacun réagit au signal électrique qui lui est appliqué, déviant ainsi la lumière réfléchie vers la lentille de projection ou vers l'intérieur du projecteur. Le système DLP ainsi constitué ne produit donc qu'une image monochromatique. Afin de rendre l'image colorée, il existe deux techniques.
  - Dans les vidéoprojecteurs grand public, une seule puce DLP est utilisée conjointement avec une roue colorée (roue chromatique) dotée de segments angulaires colorés (couleurs fondamentales et parfois couleurs complémentaires) qui tourne à grande vitesse de façon synchronisée avec le contenu de l'image. L'œil du spectateur reçoit ainsi 3, ou plus, images colorées par image complète et reconstitue l'image d'origine par combinaison de ces trois couleurs.
  - Dans les systèmes de projection cinématographiques de grande puissance, plusieurs puces DLP utilisées conjointement avec des filtres colorés, les images étant reconstituées par mélange dans un système optique à prismes et miroirs.

Chaque technologie à ses propres avantages et inconvénients ; je ne cite ici que deux qualités et deux défauts par technologie. Pour le reste, chacun pourra se faire sa propre idée.

Tableau 7-1. **Comparaison des technologies LCD et DLP utilisées pour les vidéoprojecteurs**

Système	Avantages	Inconvénients
Tri LCD	Pureté de l'image Rendu des couleurs	Contraste moindre, luminosité limitée Sensibilité à la poussière et problèmes d'alignement des prismes
DLP à roue chromatique	Luminosité accrue Couleurs vives	Artefacts (aberrations colorées ; moirures dues à la rotation de la roue) Fragilité de la roue

De cette comparaison sommaire il convient, pour le dépanneur, d'avoir connaissance des constats suivants.

1 Le système Tri-LCD sera souvent sujet à des problèmes d'encrassement et à des problèmes d'alignement des prismes et miroirs, voire à la casse de ceux-ci en cas de choc.

2 Le système DLP à roue chromatique sera plus souvent sujet à des cassures de la roue chromatique mais aussi à des problèmes d'encrassement.

Pour les deux systèmes, les problèmes dus à la lampe et à ses circuits seront identiques :

- durée de vie limitée ;
- échauffement important ; or qui dit « chaleur » dit « source d'ennuis » : le refroidissement est souvent vital ;
- risque d'éclatement provoquant des dommages collatéraux.

Dans tous les cas, intervenir sur un vidéoprojecteur requiert beaucoup de méticulosité, de travailler dans une atmosphère la moins poussiéreuse possible et si possible en ayant le manuel de maintenance de l'appareil qui préconise les opérations à faire au niveau démontage et nettoyage.

Une nouvelle catégorie de projecteurs appelée pico-projecteurs existe : plus petits, moins énergivores, ils sont aussi moins fragiles mais moins lumineux et à résolution réduite. Ils ne sont pas à proprement parler des appareils de projection mais plutôt des appareils de visualisation rapprochée, appréciés par les agents commerciaux présentant leurs produits lors d'un entretien de vente. En effet, ces projecteurs utilisent une seule puce DLP mais la source lumineuse étant constituée par des LED, la couleur peut être générée à la source avant d'être réfléchie par les micromiroirs de la puce. Ils sont donc plus petits et moins fragiles, n'incluant pas de roue chromatique ou de système optique sophistiqué au réglage délicat. Ils génèrent aussi beaucoup moins de chaleur, et leurs circuits sont plus simples au niveau du contrôle de la lumière et de l'alimentation. Bref, rien que du positif ! À un détail près cependant, ils sont pour l'instant limités à des projecteurs à faible luminosité ; gageons que l'avenir s'ouvre à eux vers des systèmes à luminosité accrue leur permettant de se hisser au niveau de la projection vidéo de salon. Il existe même des appareils photo/vidéo munis de cette technologie permettant de projeter les images prises instantanément.



Profitez de toute intervention sur un vidéoprojecteur pour nettoyer les filtres de poussière, souvent négligés par les cinéphiles !

REMPLACEMENT D'UNE LAMPE

La durée de vie d'une lampe de vidéoprojection est limitée ; un compteur de temps d'utilisation est d'ailleurs présent dans tous les projecteurs. La lampe est un élément coûteux, fragile et il convient de respecter quelques précautions lors de son remplacement.

Explosion de lampes

Par expérience, j'ai constaté parfois des lampes qui éclataient bien avant la fin de leur cycle de vie normal, répandant ainsi des débris de verre dans l'appareil. Il semblerait que l'éclatement soit dû à des négligences au niveau du nettoyage des filtres de poussière, accessibles par l'utilisateur (sur échauffement), et/ou au non-respect de la phase d'extinction/refroidissement de la lampe.



Figure 7-36. **Trappe d'accès à la lampe d'un Tri-LCD**

Figure 7-37. **Bloc lampe d'un Tri-LCD**

Les lampes de rechange sont coûteuses ; elles peuvent être soit munies de leur miroir réfléchissant et leur remplacement est facilité, soit fournies en tant que lampe sans leur support miroir. Dans ce dernier cas, elles sont moins coûteuses que les lampes complètes, mais plus délicates à remplacer.

Les lampes munies de leur réflecteur peuvent, grâce à celui-ci, être manipulées sans difficulté et s'adaptent directement à leur appareil après déconnexion de leurs fils d'alimentation (déjà préconnectés à la lampe) et des vis de maintien dans l'appareil. Un changement de lampe ainsi fournie ne demandera que quelques minutes. Dans le cas d'une lampe fournie seule, il faudra en plus retirer la lampe usagée de son réflecteur, démonter puis replacer les connexions filaires non livrées avec la lampe, replacer celle-ci dans son réflecteur et remonter l'ensemble comme précédemment. L'économie réalisée est substantielle et l'opération reste néanmoins à la portée de tous.

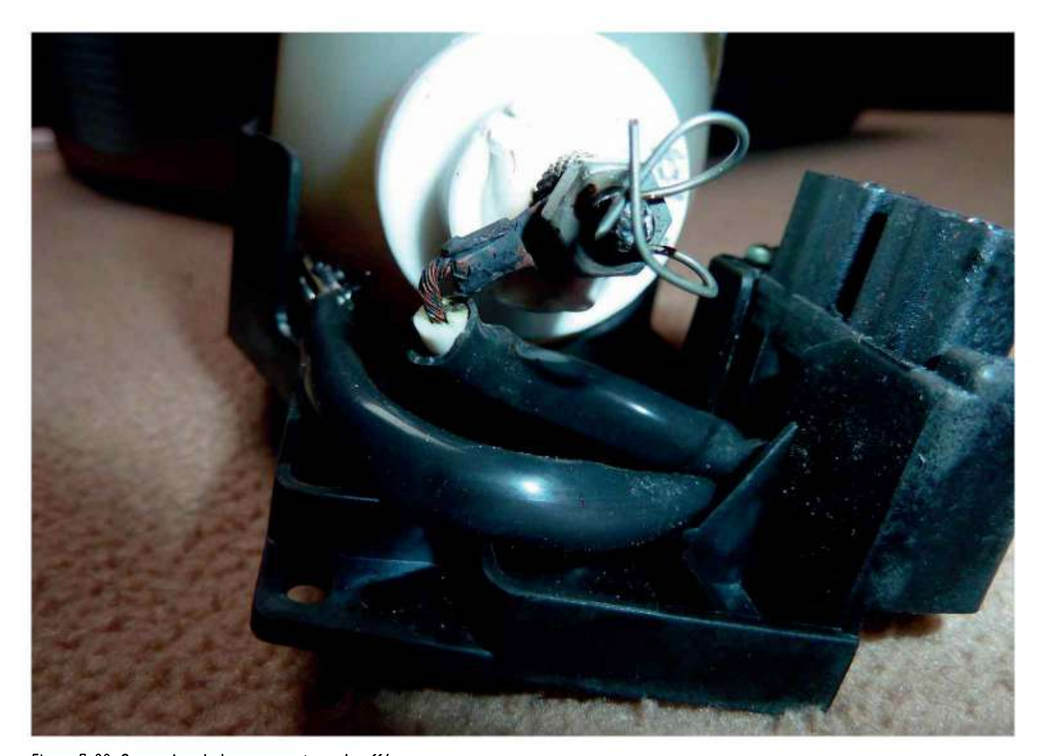


Figure 7-38. **Connexion de lampe ayant surchauffé**



Lors du remplacement de la lampe seule, serrez bien les connexions : une connexion mal serrée provoquera des échauffements mettant en danger la lampe. Il pourra parfois être nécessaire de changer les fils, ce qui n'est pas toujours facile.

L'avantage d'acheter une lampe complète dans son support est que celle-ci est fournie avec des connexions neuves. Les lampes complètes peuvent être fournies par la marque du vidéoprojecteur ou en matériel générique compatible (d'ailleurs, les lampes seules sont en général uniquement génériques).

Je ne discuterai pas de la fiabilité relative des lampes selon ces différents choix, je n'en ai réellement aucune idée. Je sais en revanche que les durées de vie annoncées par les constructeurs sont souvent très optimistes au regard des durées de vie réelles. Celles-ci dépendant beaucoup de la façon dont le projecteur est utilisé (mode économie ou pleine puissance) et de l'environnement de projection.

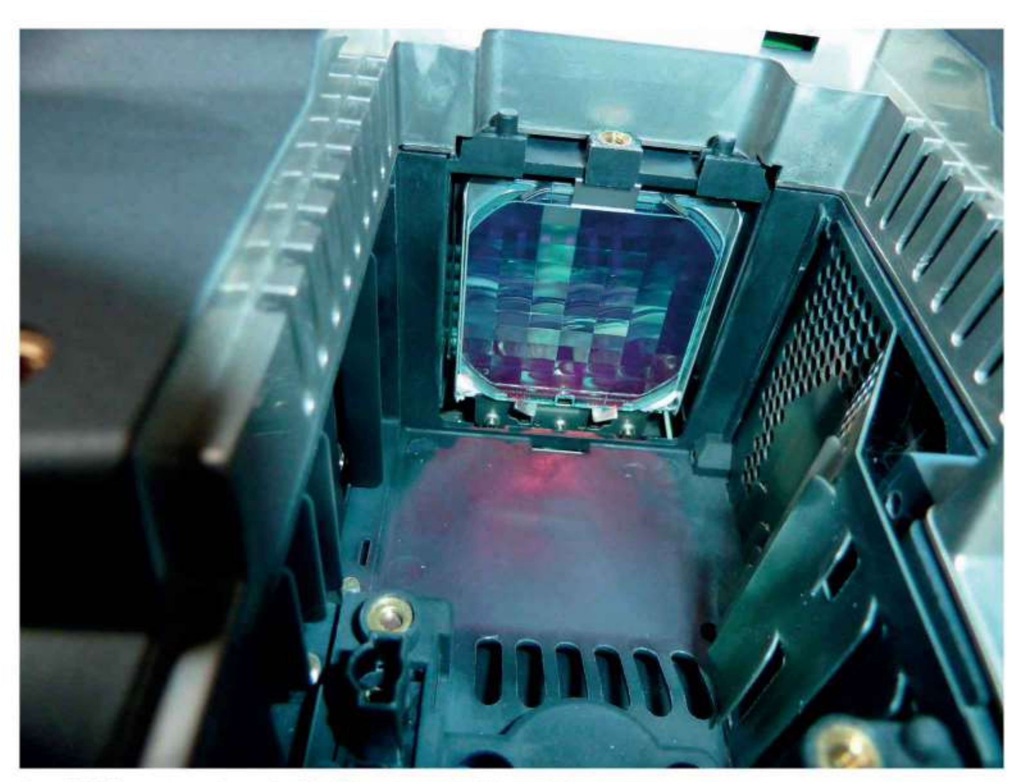


Figure 7-39. **Compartiment lampe d'un Tri-LCD avec optique de diffusion de lumière**

NETTOYAGE, ALIGNEMENT OPTIQUE, REMPLACEMENT D'UNE ROUE CHROMATIQUE

Travailler avec toute la méticulosité requise et dans un milieu exempt de poussière (et de courants d'air) est bien sûr indispensable. En outre, mes recommandations pour effectuer un nettoyage interne de l'appareil seront de se munir si possible du manuel de maintenance de l'appareil qui décrit en détail ce qu'il convient de faire et de ne pas faire et comment. On pourra toujours imaginer les opérations et s'en sortir haut la main, mais les risques sont importants de faire plus de mal que de bien.

La meilleure prévention contre la poussière (et le suréchauffement qui en découle) sera de nettoyer régulièrement le ou les filtres de l'appareil (opération explicitée sur la notice d'utilisation).

Le remplacement d'une roue chromatique est une opération délicate que je n'ai pas encore eu l'occasion de réaliser. Ce composant étant très coûteux, on suivra scrupuleusement les indications du manuel de maintenance.



Figure 7-40. Démontage du filtre anti-poussière pour nettoyage

RÉGLAGES DIVERS

De nombreux réglages concernant la géométrie et la colorimétrie sont difficiles à réaliser si les images projetées ne mettent pas en évidence tous les points à contrôler. Afin de réaliser un réglage parfait, il sera bon de se munir d'une mire vidéo (voir en annexe C) qui permettra de diffuser diverses images spécifiques permettant d'observer les défauts bien mieux qu'avec une image traditionnelle : un blanc uniforme permettra de déceler les poussières provoquant des halos, et d'équilibrer la balance des blancs, un noir uniforme permettra d'ajuster la profondeur du noir et de déceler d'éventuelles poussières provoquant des halos. La colorimétrie restant tout de même très suggestive, on devra compléter le réglage par l'observation d'images de bonne qualité (photos fixes de préférence).

Télécommandes diverses

Les télécommandes à infrarouge, souvent manipulées et bénéficiant de peu d'égard de la part de leurs utilisateurs, sont sujettes à de nombreuses défaillances, rarement irréversibles hormis en cas de casse ou de passage à la machine à laver !

Il existe aussi des boutons de commande situés sur l'appareil qui permettent un minimum d'interaction avec l'utilisateur sans utiliser la télécommande. Malheureusement, les fonctions accessibles ainsi sans télécommande se limitent aux commandes de base et ne permettent pas certaines commandes de configuration des appareils, d'où l'absolue nécessité de disposer d'une télécommande et surtout… d'en prendre soin.

La plupart des pannes de ces petits appareils auxiliaires sont dues à l'encrassement ou à des mauvais contacts au niveau des piles (si, bien entendu, ils ne sont pas cassés ou dévorés par le chien de la

maison). Tout comme on vérifie son réservoir d'essence avant de partir en voyage avec sa voiture, n'oubliez pas, avant de démonter inutilement une télécommande, de vérifier que :

- les piles ne sont pas à plat ;
- la polarité des piles est correcte.

TEST RAPIDE D'UNE TÉLÉCOMMANDE INFRAROUGE

Une télécommande infrarouge émet une lumière infrarouge, donc invisible, qui est reçue par la cellule sensible de l'appareil télécommandé. Si l'œil humain est incapable de voir le rayonnement émis, un appareil photo numérique pourra, lui, révéler la présence ou non de ce rayonnement (qui en général est pulsé). On constatera sur l'écran de contrôle de l'appareil si les diodes LED infrarouges émettent bien leur modulation. La présence d'un rayonnement ne signifiera pas que la télécommande fonctionne (il peut y avoir un problème d'électronique au niveau du codage par exemple), mais s'il n'y a pas de rayonnement, le verdict sera sans appel : les piles sont usagées ou leurs contacts oxydés. On néglige en effet souvent le remplacement des piles qui, logées plusieurs années parfois dans leur compartiment, finissent par fuir et détériorer les contacts métalliques.

Mon conseil

Je ne saurais trop recommander de changer les piles au moins une fois par an, afin d'éviter la destruction prématurée de la télécommande.



Figure 7-41. **Vérification rapide d'une télécommande infrarouge**

Si, en revanche, le rayonnement est émis, le doute subsistera : un appareil dont la télécommande ne répond pas sera peut-être en panne, non pas au niveau de sa télécommande, mais plutôt des circuits de réception des signaux de commande à distance.

Démontage et remontage d'une télécommande

Les télécommandes sont, pour la plupart, constituées de deux demi-coques emboîtées en force et maintenues par des encoches qui se clipsent l'une dans l'autre. Parfois, une vis, située le plus souvent dans le compartiment des piles, maintient plus solidement l'ensemble. Les télécommandes plates sont le plus souvent collées et très délicates à démonter sans abîmer leur boîtier, voire leur électronique. Pour démonter une télécommande sans détruire son boîtier, j'utilise un outil très plat glissé dans la fente de séparation des demi-coques. Un ongle sera suffisant si le boîtier n'est pas trop récalcitrant, sinon un couteau sans dents et si possible à bout arrondi fera l'affaire, libérant progressivement les clips de verrouillage en avançant d'une extrémité vers l'autre, d'un côté vers l'autre.

Le remontage se fera en clipsant à nouveau les deux parties du boîtier en s'assurant toutefois que le circuit imprimé est bien « calé » par rapport aux touches du clavier. Le plus souvent, des petits plots en plastique permettent de s'assurer du bon alignement de la platine électronique dans son boîtier, le clavier étant pour sa part centré par les touches. Le clavier est bien placé dans son logement lorsque chaque touche sort bien librement par les trous prévus à cet effet.

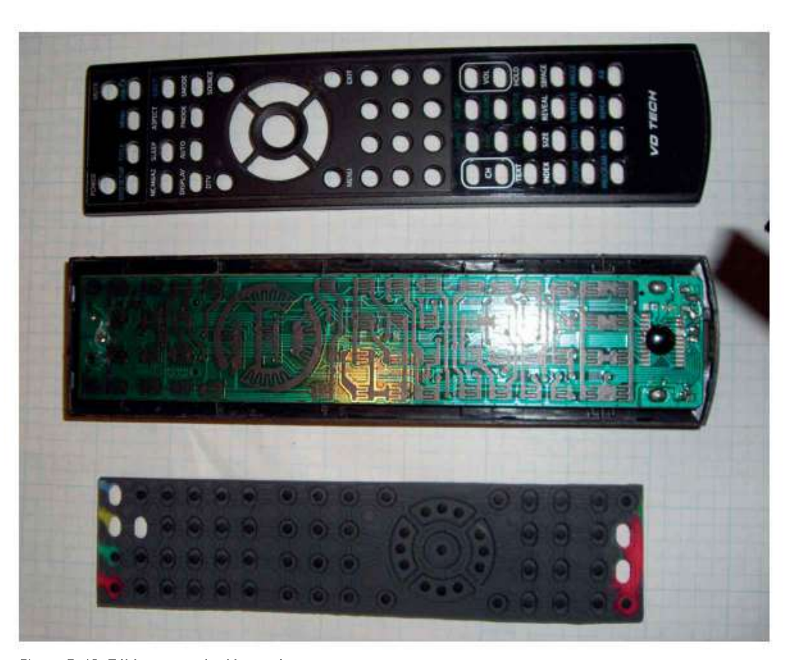


Figure 7-42. **Télécommande démontée**

Ne pas oublier, le cas échéant, de remettre la vis dans le compartiment des piles. En l'absence de vis de verrouillage et si les clips du boîtier ont été sacrifiés lors du démontage, quelques points de colle instantanée suffiront à maintenir le boîtier en place sans pour cela interdire son démontage futur si nécessaire. Inutile de coller tout le pourtour du boîtier, cela compromettrait son démontage ultérieur.

Pannes dues à l'encrassement

Du fait de leur fréquente utilisation, les télécommandes s'encrassent. Les touches, fabriquées pour la plupart en un matériau rappelant les gommes d'écolier, absorbent la transpiration des doigts des

utilisateurs et s'imprègnent d'un amalgame gras plus ou moins visqueux. Cette couche isolante vient se loger entre la face interne de la touche qui est enduite d'une couche de carbone conducteur et le contact gravé sur le circuit imprimé de la télécommande. Elle empêche alors au contact de s'établir. Le diagnostic de ce défaut est rapide : il faut appuyer de plus en plus fort sur la touche choisie, et ce phénomène concerne en priorité les touches les plus utilisées.

Pour y remédier, rien de plus facile, il suffit d'ouvrir la coque de la télécommande pour nettoyer. Les touches sont le plus souvent constituées d'une couche en caoutchouc moulé. Il faut enlever cette plaque caoutchoutée de la télécommande et la laver à l'eau savonneuse, en évitant de gratter ou de frotter trop fortement l'envers des touches qui est enduit de carbone ou graphite. Sur le circuit imprimé de la télécommande, on utilisera un solvant (alcool à 90° ou isopropylique), ou un nettoyant dégraissant pour les contacts souvent constitués, comme les touches, d'un dépôt de carbone qu'on prendra soin de ne pas détruire. On évitera donc de frotter trop fort lors du nettoyage.

Dans les cas les plus difficiles (une touche reste inerte après nettoyage), il pourra être envisagé de reconstituer la couche de graphite par pulvérisation d'une couche de graphite sur l'envers des touches ou sur le circuit imprimé à l'aide d'un masque « pochoir » confectionné spécialement. Ces produits au graphite en aérosols, autrefois courants, étaient utilisés pour reconstituer le blindage des tubes cathodiques de téléviseurs, mais il devient plus difficile de se les procurer. Il existe désormais un produit spécifique permettant de réparer les claviers souples, en vente dans les magasins de pièces détachées électroniques (malheureusement, son prix est très élevé). On profitera de cette intervention pour nettoyer les coques du boîtier couvertes de salissures grasses dues, elles aussi, aux fréquents contacts avec les mains, surtout lorsque les enfants goûtent devant un dessin animé !

Pannes dues aux faux contacts des piles

Du fait de la négligence qu'on réserve aux télécommandes, il arrive souvent que les piles vieillissent et finissent par couler en libérant un liquide chimique très oxydant. Il se dépose sur les contacts métalliques qui commencent à s'oxyder, rendant les contacts aléatoires, puis rouillent profondément et affectent la liaison électrique et le bon fonctionnement.

Il ne faut pas se fier au premier constat de visu mais bien s'assurer que tous les contacts sont en bon état, notamment ceux se trouvant dans la partie cachée des compartiments à piles.

Pour remédier à ces problèmes et si les contacts ne sont pas réduits à de la poudre d'oxyde de fer (rouille), il est préférable de démonter la télécommande, extraire les contacts, les décaper à la brosse métallique et à la toile émeri fine jusqu'à apparition du brillant caractéristique du métal, puis d'étamer ces contacts au fer à souder afin de rétablir la conduction électrique et protéger le métal. Si les contacts sont irrécupérables, il ne reste plus qu'à les reconstituer ou les substituer par des fils soudés par exemple.

REMPLACEMENT DES TÉLÉCOMMANDES DÉFECTUEUSES

Il est aisé de se procurer des télécommandes de remplacement, neuves ou d'occasion (sites de vente, de petites annonces ou d'enchères) pour un prix parfois dérisoire ou abusif. Il faut être vigilant. Une solution consiste à se procurer une télécommande dite « universelle », souvent de très faible coût, mais attention, la déception est régulièrement au rendez-vous. En effet, soit la télécommande ne s'adapte pas du tout à l'appareil, soit les spécificités de l'appareil, notamment au niveau des menus de réglages, ne sont pas prises en compte. L'appareil devient difficilement réglable, voire

impossible à configurer, si les quelques touches présentes sur l'appareil ne permettent pas d'accéder aux menus adéquats, ce qui est souvent le cas.

Une meilleure solution est l'achat d'une télécommande « universelle programmable » bien plus coûteuse mais qui permet, par une méthode d'apprentissage, de simuler toutes les touches d'une télécommande. Encore faut-il avoir l'original pour réaliser un apprentissage. Il sera peut-être possible de se faire prêter une télécommande en état de marche pour ce faire. Attention toutefois, toutes ne gardent pas leurs données « apprises » lors du changement des piles.

Je recommande donc la plus grande prudence dans ce domaine : il est souvent plus facile de se procurer une télécommande d'occasion ou une copie spécialement fabriquée pour votre appareil que de trouver une télécommande universelle permettant d'effectuer l'ensemble de ses réglages. On trouve facilement les télécommandes de remplacement en cherchant sur Internet.

Sauver une batterie d'appareil portatif

J'ai eu en main à plusieurs reprises, des appareils photo ou des téléphones sans fil dont la batterie ne se rechargeait plus. Un contrôle au multimètre indiquait que la batterie ne délivrait plus aucune tension. Soumise à un courant de charge normal par l'intermédiaire de son chargeur ou d'une alimentation de laboratoire, la batterie se révélait être quasiment en court-circuit.



Figure 7-43. Batterie d'appareil photo sauvée par ce procédé

Dès lors, il est parfois possible de redonner vie à la batterie en forçant pendant un temps court (environ 1 à 2 s) l'application de sa tension nominale sous un fort courant (à l'aide d'une alimentation de laboratoire), ce que le chargeur n'est pas à même de faire, sa tension s'écroulant en raison du court-circuit interne de la batterie. On répètera plusieurs fois cette « thérapie » (une sorte d'électrochoc) qui aura pour effet de « griller » le court-circuit interne et la batterie pourra repartir pour un long périple.

J'ai personnellement rendu la vie à de nombreuses batteries de cette manière, notamment à celles des appareils photo qu'on laisse durant de longs mois se décharger totalement avant de s'en servir à nouveau aux prochaines vacances. La batterie se met alors en court-circuit et refuse de se charger. Je reste convaincu que cela pourrait aussi s'appliquer aux autres appareils, mais ceux-ci restent moins souvent en arrêt prolongé.

Bien que cela ne me soit jamais arrivé, il y a toujours un risque d'explosion de la batterie surtout si on applique la tension trop longtemps. Je recommande d'envelopper la batterie dans un linge épais lors de la manipulation. Ne jamais faire cette manipulation en laissant la batterie à l'intérieur de l'appareil.

CHAPITRE 8

RÉPARER UN CIRCUIT D'ALIMENTATION

Les circuits d'alimentation étant communs à la plupart des appareils électroniques actuels, un chapitre séparé leur est consacré. Par ailleurs, ces circuits représentant des risques importants de défaillances, il était nécessaire de les traiter le plus complètement possible et de façon générale. Nous commencerons par en étudier l'architecture, puis nous passerons en revue la façon de les vérifier et, enfin, de les réparer. Mais au préalable, nous rappellerons les précautions élémentaires de sécurité qui leur sont associées.



Une partie des circuits d'une alimentation étant directement reliée au secteur 220 V, leur manipulation demande beaucoup de précautions afin d'éviter tout accident (pouvant être mortel).

Précautions de base

Lors de la manipulation des circuits d'alimentation, les précautions suivantes sont à prendre dans la mesure du possible.

- Travailler dans un local pourvu d'un sol sec et isolant, des chaussures isolantes pouvant compléter la protection du dépanneur.
- Ne pas porter de bijoux (gourmettes, bagues) qui pourraient créer des contacts entre le corps et les circuits électriques en test.
- Utiliser impérativement un transformateur d'isolation afin de permettre aux circuits de l'alimentation (qui sont en contact avec le secteur) d'être flottants vis-à-vis du neutre, donc de la terre. Cette précaution sera une protection pour l'utilisateur et permettra de relier la masse d'une sonde d'oscilloscope (lui-même en général relié à la terre) à la masse du circuit d'alimentation pour vérifier le fonctionnement.
- Pour éviter une destruction des composants par effet domino durant la réparation, prévoir une prise d'alimentation secteur avec une ampoule à incandescence en série (50 à 150 W ou plus si nécessaire). Cette lampe s'éclairera en cas de court-circuit ou de surcharge de l'alimentation, évitant les destructions de fusibles ou composants par surchauffe.
- Si le circuit primaire de l'alimentation n'est pas en cause, isoler électriquement la partie « HOT » sous tension du secteur avec des feuilles de Mylar (plastique souple) maintenues par du ruban adhésif et éviter ainsi les contacts involontaires avec les doigts ou autres parties du corps.

Caractéristiques principales d'une alimentation à découpage

Dans le domaine des écrans LCD ou plasma ainsi que pour la plupart des appareils électroniques modernes, on ne trouve que des alimentations de type « à découpage » ; nous n'analyserons donc ici que ce type d'alimentation.

Celles-ci ont pour particularité d'accepter des tensions et fréquences d'entrée du secteur électrique très étendues, permettant leur utilisation n'importe où dans le monde. Leur principe est de filtrer puis de redresser la tension du secteur, de moduler la tension ainsi redressée en « tout ou rien » par un circuit jouant le rôle d'interrupteur qui, relié à un transformateur, permettra d'obtenir les tensions d'alimentation désirées.

Ce transformateur aura également un rôle important d'isolation entre le circuit primaire de l'alimentation (elle-même reliée directement au secteur électrique) et les circuits électroniques de l'appareil. Les impulsions générées par le circuit primaire de l'alimentation, avant le transformateur, ont une fréquence relativement élevée (plusieurs dizaines ou centaines de kHz), afin de minimiser la taille du transformateur. C'est ainsi qu'on trouve des chargeurs pour téléphone portable de taille miniature.

En modifiant le rapport cyclique des impulsions appliquées au transformateur, la (ou les) tension(s) de sortie pourra (ou pourront) être régulée(s) avec précision. Ces tensions seront bien évidemment redressées puis filtrées, avant d'être utilisées par les circuits de l'appareil. Les principaux avantages de ces alimentations sont :

- le faible encombrement du ou des transformateurs utilisés (du fait des fréquences élevées de la commutation) ;
- le rendement global élevé (fonctionnement en mode saturé des transistors de commutation) ;
- la faible consommation en mode veille ;
- la facilité de commande et de régulation des tensions de sortie ;
- la protection contre les surcharges et les courts-circuits.

Leur principal inconvénient, hormis la complexité, est le bruit électrique généré par les circuits et la difficulté de leur dépannage. Les ateliers de dépannage des téléviseurs procèdent en général à leur remplacement en cas de défaillance, à un coût souvent prohibitif et l'appareil est mis au rebut.

Les alimentations à découpage fonctionnent à des fréquences de plusieurs dizaines ou centaines de kHz en utilisant des signaux rectangulaires très riches en harmoniques. Le filtrage des circuits d'entrée et de sortie des alimentations est donc essentiel dans la recherche de l'élimination des bruits parasites afin qu'ils ne perturbent pas le fonctionnement des circuits (tensions de sortie) ou qu'ils ne se propagent pas à d'autres appareils sensibles (filtrage d'entrée).

Sauf pour des raisons de test, il est absolument proscrit de retirer ou modifier les filtres utilisés en entrée, au risque de polluer le secteur électrique. D'ailleurs, on constate rarement de problèmes sur ces circuits, en général très résistants. En revanche, les filtres de sortie sont le siège de pannes fréquentes dues à la destruction des condensateurs électrolytiques utilisés et mis à rude épreuve par les hautes fréquences des signaux à filtrer.

Du fait de leur grande latitude en ce qui concerne les tensions d'entrée notamment, il est facile de tester ces alimentations en diminuant la tension d'entrée pour éviter les surchauffes le cas échéant. On peut aussi les faire fonctionner à vide ou très faible charge, en plaçant une lampe à incandescence en série dans l'alimentation primaire, afin de protéger les circuits lors des essais.

Les alimentations à découpage n'acceptent pas toutes un fonctionnement à vide (sauf pour les tensions de stand-by (tensions de veille) expressément prévues pour être délivrées avec un minimum de consommation (état de veille de l'appareil). Nous verrons comment pallier cet inconvénient lors du test en autonomie des alimentations.

Synoptique fonctionnel d'une alimentation à découpage

On peut diviser en quatre grandes parties une alimentation à découpage :

- les filtres et protections d'entrée de la tension du secteur et la production de la tension continue primaire ;
- les circuits de commande de découpage et l'étage de puissance modulant un transformateur ;
- les circuits de redressement et de filtrage des alimentations de sortie ;
- les circuits de contrôle et de régulation.

EXEMPLE D'UNE ALIMENTATION DE TYPE EXTERNE

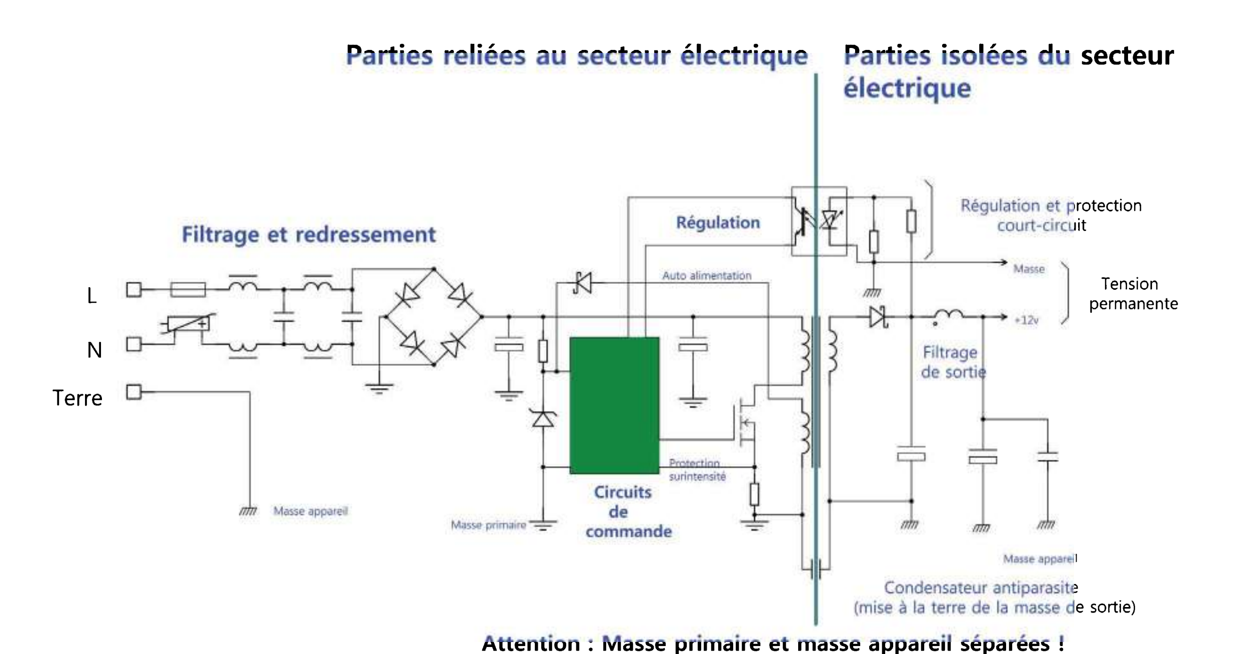


Figure 8-1. Synoptique d'une alimentation à découpage type « bloc externe »

La figure 8-1 représente une alimentation de type externe qui pourrait par exemple alimenter un ordinateur portable, un écran d'ordinateur, un petit téléviseur, un smartphone, etc. Celle-ci délivre une tension unique en permanence ; elle est en fonctionnement tant qu'elle est reliée au secteur électrique. Ces blocs alimentation ne possèdent en général pas d'interrupteur : il faut débrancher le bloc alimentation du secteur pour faire cesser son fonctionnement. Même à vide (secondaire non relié à l'appareil), une telle alimentation consomme donc de l'énergie.

Description du circuit primaire

Le circuit primaire de l'alimentation commence à l'arrivée de la tension alternative du secteur électrique et se termine au niveau de l'enroulement primaire du transformateur de sortie. Ce dernier assure une isolation entre le secteur électrique auquel sont directement reliés l'alimentation (circuit primaire) et l'appareil recevant les différentes tensions nécessaires à son fonctionnement.



Ce circuit est entièrement relié au secteur électrique, c'est la partie la plus dangereuse de l'alimentation.

Le circuit primaire peut se diviser en quatre parties principales :

- la protection et le filtrage du réseau électrique ;
- le redressement de la tension du réseau électrique et son filtrage ;
- le module de commande ;
- l'étage de puissance et son transformateur.

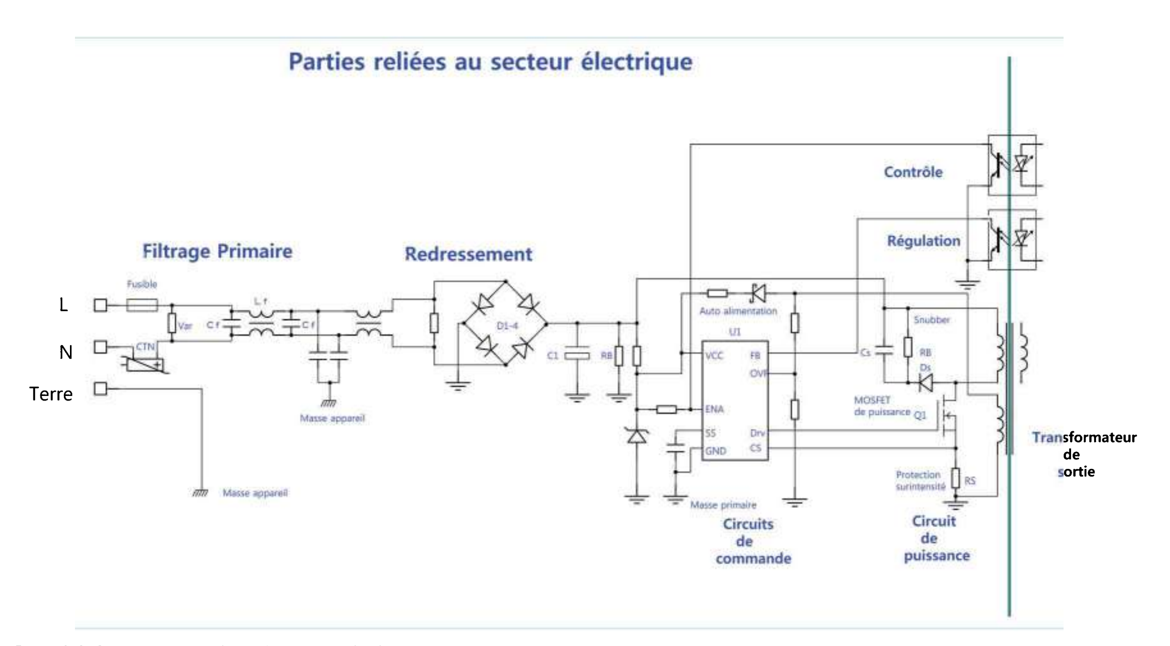


Figure 8-2. Circuit primaire d'une alimentation à découpage



Description du circuit de protection et filtrage du réseau électrique

Le circuit primaire comporte un fusible de protection, parfois une thermistance de type CTN (dont la résistance diminue avec la température) assurant une mise sous tension progressive du circuit primaire permettant la charge lente du condensateur C1 de forte valeur permettant de stabiliser la tension (150 à 300 V selon la tension du secteur du pays).

En l'absence de thermistance, une surintensité importante se produirait lors de la mise en fonctionnement de l'alimentation, obligeant à surdimensionner le pont de redressement et le fusible, diminuant ainsi son effet protecteur. Une telle thermistance n'est pas toujours présente, notamment sur les alimentations de forte puissance ou alors elle est court-circuitée par un relais se déclenchant à la sortie de veille de l'appareil.

Il existe aussi parfois une protection contre les surtensions du secteur électrique constituée par une « varistance » Var placée en parallèle, sur les lignes d'alimentation du secteur, après le fusible. Cette varistance présente une forte résistance à la tension nominale du secteur, mais cette résistance chute très rapidement en cas de tension plus élevée, faisant alors griller le fusible.

Après le fusible et l'éventuelle thermistance, on trouve une série de filtres constitués de condensateurs et inductances (certaines étant couplées pour éliminer les parasites de façon différentielle).

Ces filtres permettent de protéger le secteur électrique de la perturbation électrique générée par les circuits de l'alimentation à découpage afin de respecter les normes de pollution électrique. Ils permettent également de compenser le décalage de phase entre l'intensité consommée par l'appareil et sa tension d'alimentation (facteur de puissance) dont la valeur (cos φ) doit être la plus proche possible de 1.

Pourquoi faut-il des circuits de correction PFC (Power Factor Corrector) ?

Des normes existent à ce sujet (norme européenne EN61000-3-2) et doivent être respectées. Sans faire trop d'efforts mathématiques, en voici l'explication : la puissance réelle fournie à un appareil est exprimée par la formule :

$$P = U \times I - \cos\varphi$$

U étant la tension, I l'intensité et φ l'angle de déphasage entre la tension et l'intensité délivrée à l'appareil. La puissance apparente est, quant à elle :

$$P = U \times I \, .$$

Si le déphasage tension-intensité est important, cos φ est faible et donc, pour une même puissance réelle consommée, une intensité plus forte doit être fournie, ce qui n'est pas du goût des fournisseurs d'énergie dont les équipements de transport d'énergie sont dimensionnés selon les intensités à fournir (pertes et échauffements).

Les circuits de correction du facteur de puissance ne sont utiles que dans les appareils de forte puissance consommée. On trouve des circuits passifs et des circuits actifs, ces derniers essentiellement implantés dans les téléviseurs plasma dont la consommation est importante.

En plus du déphasage entre courant et tension, les circuits de correction sont prévus pour éviter la transmission des pics d'intensité et les harmoniques nombreuses qui les accompagnent. L'objectif est de rendre l'intensité sinusoïdale (absence d'harmoniques) et en phase avec la tension (cos φ proche de 1).

Les circuits de correction du facteur de puissance évitent de polluer le réseau électrique et améliorent l'efficacité énergétique des téléviseurs. Ils ne doivent en aucun cas être désactivés ou supprimés, leurs composants ont des caractéristiques critiques qu'il convient de respecter.

Description des circuits de correction de facteur de puissance (PFC) passifs

Ces circuits permettent de compenser de façon simple les déphasages peu importants dans les appareils de consommation moyenne (téléviseurs LCD par exemple). Ils sont constitués par un circuit inductance capacité (Lf et Cf, voir figure 8-2) compensant essentiellement les pics de consommation, mais le facteur cos φ reste faible (de valeur 0,75 à 0,8).

Description des circuits de correction de facteur de puissance (PFC) actifs

Ces circuits permettent de compenser de façon beaucoup plus efficace les déphasages tension-intensité dans les appareils de plus forte consommation. On les trouve dans une portion de circuit de l'alimentation appelée « preconditioner » et placée en aval du pont de redressement de la tension filtrée du secteur électrique. On utilise pour cela un circuit intégré spécialisé, par exemple le MC33368.

Ce circuit de compensation du facteur de puissance est situé après le redressement de la tension secteur : il s'agit d'un montage élévateur de tension à découpage qui fournit les pics d'intensité nécessaires à l'alimentation, évitant ainsi la transmission de ces pics et rendant l'intensité consommée quasiment sinusoïdale et le facteur de puissance quasiment égal à 1.

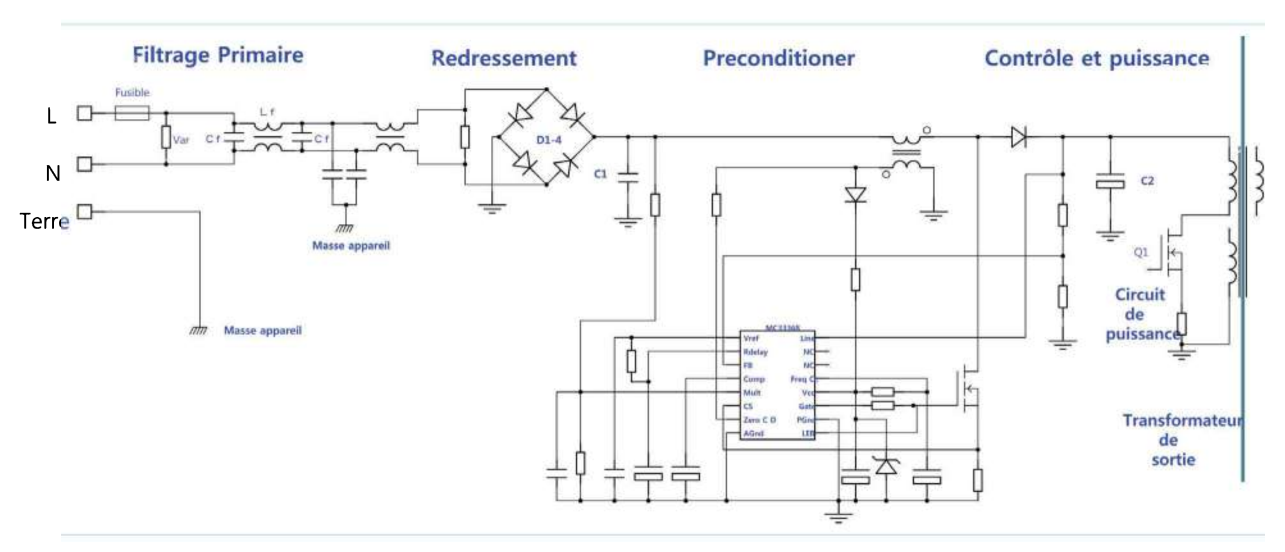


Figure 8-3. **Circuit primaire avec correction du facteur de puissance active**

Le principe de fonctionnement est assez simple : la tension aux bornes de C2 (forte capacité) est prélevée ; lorsque celle-ci baisse, le convertisseur élévateur de tension emmagasine de l'énergie dans l'inductance L (primaire du transformateur Tr1) qui est fournie au travers de la diode D au reste

de l'alimentation pour compenser la demande. La tension secteur redressée est très faiblement filtrée par le condensateur C1 de faible valeur (quelques dizaines ou centaines de nanofarads) permettant au circuit de comparer la demande d'énergie en suivant l'ondulation de la tension redressée. Ainsi, les pics d'intensité sont lissés, rendant l'intensité pratiquement sinusoïdale. La fréquence de découpage est proportionnelle à la demande d'énergie. L'enroulement secondaire du transformateur Tr1 permet l'autoalimentation du circuit « preconditioner » dont la tension est limitée par une diode Zener.

Description du circuit de redressement de la tension du réseau électrique et son filtrage

La tension du réseau électrique après filtrage est envoyée vers un pont redresseur « D1-4 » qui transforme la tension alternative en une tension continue de forte valeur (160 à 400 V environ), qui va servir à alimenter le module de commande et le circuit de puissance alimentant le primaire du transformateur. Cette tension est filtrée par un condensateur C1 de forte valeur qui emmagasinera l'énergie délivrée par le pont redresseur. Une résistance d'assez forte valeur est parfois placée en parallèle avec ce condensateur afin d'en assurer la décharge lorsque l'alimentation est déconnectée du réseau électrique (raison de sécurité).

Description du circuit de commande

Le circuit de commande est constitué d'un circuit intégré U1 dont la figure 8-3 reprend les caractéristiques importantes. Il existe une multitude de circuits de commande et le lecteur devra se reporter aux feuilles de caractéristiques de chacun des composants rencontrés afin d'en comprendre le fonctionnement, étape nécessaire au dépannage du circuit de commande primaire d'une alimentation. Le circuit de commande a pour rôle de délivrer à l'étage de puissance un signal rectangulaire de fréquence et forme adéquate qui, après amplification, sera appliqué au transformateur de sortie. D'une façon générique, ce type de circuit comprend les connexions suivantes.

- « VDD », broche d'alimentation par une tension de l'ordre de 12 V, associée à la masse « GND » qui est son potentiel de référence.



Notez que pour permettre le démarrage de l'alimentation, une tension relais est fournie au repos à l'aide d'une résistance reliée à la tension primaire redressée (de l'ordre de 250 V) afin d'en réduire la valeur et d'une diode Zener limitant cette valeur. Le courant nécessaire au circuit en phase de démarrage est faible, il augmentera ensuite. C'est pourquoi l'alimentation VDD sera alors relayée par un circuit d'autoalimentation en provenance du transformateur de sortie, qui délivrera la puissance nécessaire.

- « Drv » délivre le signal de sortie correctement modulé au transistor de puissance « Q1 ».
- « OVP » permet de stopper l'alimentation si une surtension est constatée sur un enroulement du primaire du transformateur afin de protéger les circuits de l'appareil alimenté.
- « CS » renvoie une information sur le courant délivré par l'étage de puissance. Si une surintensité est constatée, l'alimentation est stoppée.
- « FB » permet de réguler la tension de sortie de l'alimentation en mettant plus ou moins à la masse. Cette broche, pour des raisons d'isolation entre le circuit primaire et l'appareil alimenté,

est pilotée par un coupleur optoélectronique de régulation recevant ses informations du circuit secondaire.

- « ENA » doit être maintenue au potentiel de la masse pour que l'alimentation fonctionne. Ce signal est toujours piloté, pour des raisons d'isolation entre le circuit primaire et l'appareil alimenté, par un coupleur optoélectronique commandé par l'appareil (circuit secondaire).
- « SS » est reliée à la masse par un condensateur permettant de définir un temps de démarrage durant lequel les sécurités de l'alimentation sont ignorées, afin de permettre au circuit de se stabiliser. En cas de défaut (OVP ou CS), l'alimentation est stoppée puis la phase de démarrage reprend et ainsi de suite, ce qui explique parfois le bruit cyclique émis par une alimentation défectueuse.

Avec le circuit de régulation, on abaisse plus ou moins la tension de la broche « FB » qui permet au module de commande de moduler le rapport cyclique du signal délivré à l'étage de puissance qui délivre ainsi une puissance plus ou moins importante, assurant la régulation en tension de l'ensemble.

Si un court-circuit est infligé à la sortie de l'alimentation, le circuit de régulation ne recevant plus d'information va bloquer le fonctionnement de l'alimentation *via* la broche « FB », comme si un défaut primaire (« OVP » ou « CS ») était constaté. L'alimentation reprendra ainsi un cycle de démarrage.

Description de l'étage de puissance

L'étage de puissance représenté dans la figure 8-3 est simplifié et ne comporte qu'un seul transistor MOSFET « Q1 ». Dans la pratique, l'étage de sortie est souvent constitué par deux transistors en montage « push-pull » mais cela ne change pas le principe expliqué ici. Il y a peu à dire sur l'étage de puissance si ce n'est que, pour assurer sa protection en cas de demande de puissance trop élevée, une partie de son courant de « source » est prélevé par la résistance « Rs » et envoyé au circuit de commande qui pourra, si nécessaire, stopper l'alimentation et ainsi protéger « Q1 ».

Autre particularité à souligner : en raison des signaux rectangulaires utilisés dans ce type de circuit, des surtensions importantes sont générées et doivent être écrêtées le plus possible afin d'éviter la destruction des transistors de l'étage de puissance. C'est le rôle du circuit « Snubber » constitué par les composants « Cs », « Rs » et « Ds ».

Description du circuit secondaire

Le circuit secondaire commence au niveau des enroulements secondaires du transformateur d'alimentation et se termine au niveau de la fourniture des tensions nécessaires à l'appareil alimenté. On peut scinder le circuit secondaire en trois parties principales :

- le redressement des tensions et leur filtrage ;
- le circuit de régulation ;
- le circuit de contrôle.

Alimentation simple à tensions multiples

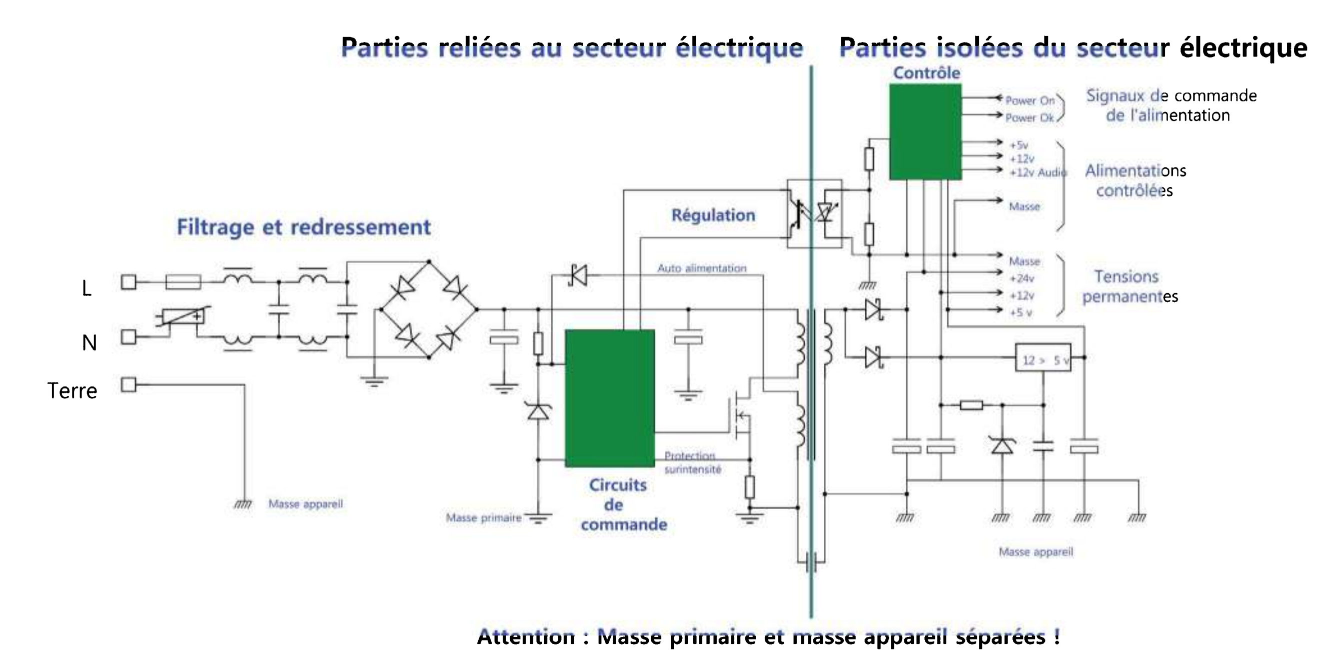


Figure 8-4. Synoptique d'une alimentation à découpage simple

La figure 8-4 représente une alimentation délivrant plusieurs tensions, certaines de façon permanente, certaines étant sous contrôle d'une ligne de commande « Power On ». Par ailleurs, un signal « Power OK » indique aux circuits de l'appareil la validité de l'alimentation.

Une telle alimentation permet de maintenir un mode veille, une ou plusieurs tensions étant en permanence délivrées aux circuits de l'appareil. Elle présente par contre un défaut majeur, celui d'être en permanence en fonctionnement, ce qui est contre les directives relatives aux économies d'énergie et qui rendent obligatoire la minimisation de la consommation électrique en mode veille (Power on n'étant pas activée).

Alimentation à tensions multiples à économie d'énergie

Afin de respecter les directives de réduction de la consommation d'énergie électrique, l'alimentation est souvent divisée en deux parties distinctes reliées au niveau de l'appareil alimenté (circuit secondaire) :

- une alimentation permanente mais de faible puissance pour la mode stand-by (tension de veille) ;
- une alimentation dont le primaire est sous contrôle du signal Power on et qui, en mode veille, ne consomme donc aucune énergie.

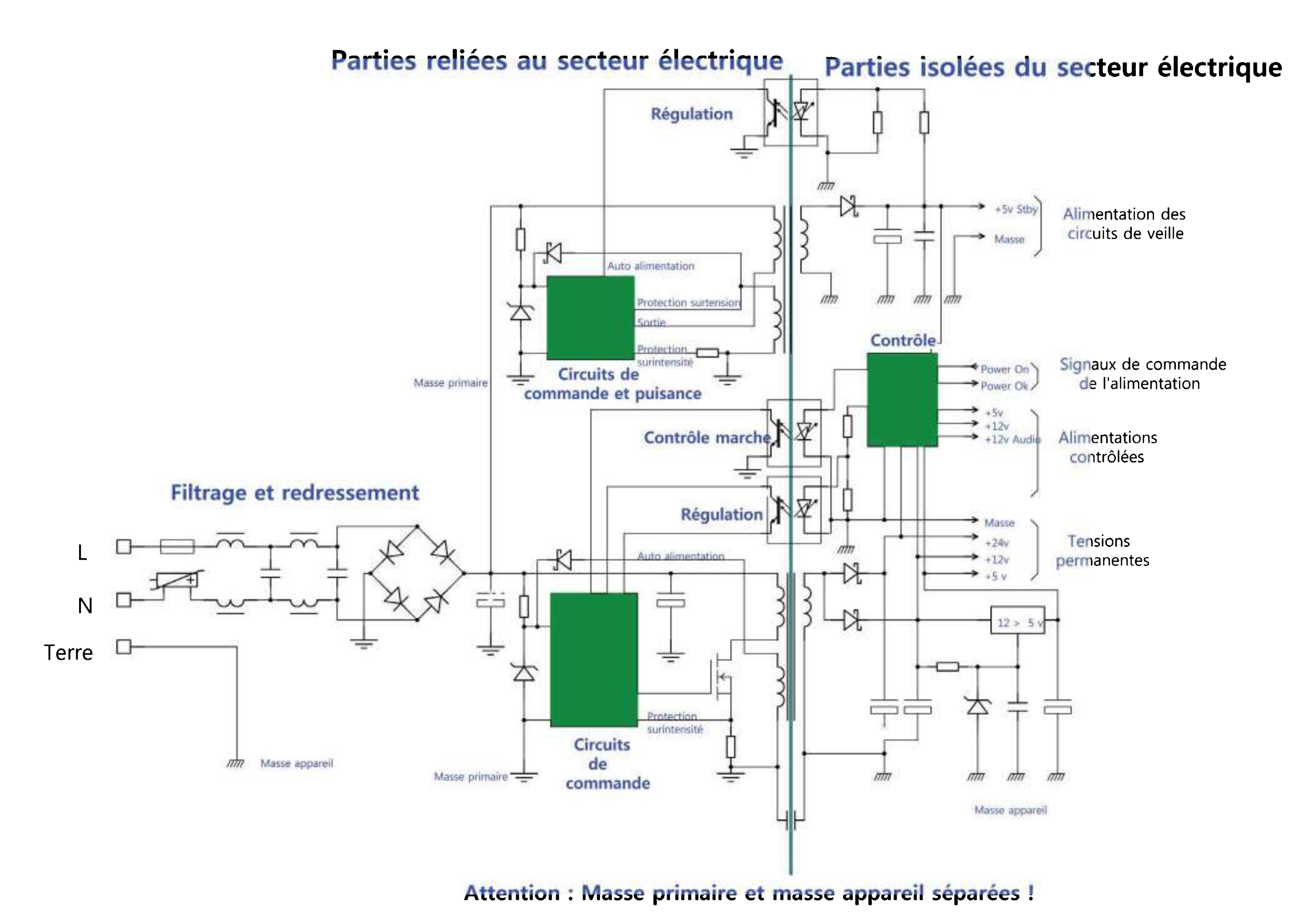


Figure 8-5. Synoptique d'une alimentation à économie d'énergie

Dans la figure 8-5, la partie haute est l'alimentation de veille de l'appareil. Elle est toujours sous tension et fournit à l'appareil une tension de veille (stand-by) qui permet à l'appareil un fonctionnement minimal de ses circuits actifs en mode veille (réception télécommande, affichage de l'heure, voyant de mise en veille, etc.).

Cette alimentation partage la tension primaire redressée avec l'autre bloc alimentation qui, lui, est mis en fonctionnement sous contrôle des circuits situés au secondaire de l'alimentation, eux-mêmes alimentés par la tension de veille. Ainsi, la consommation est minimisée en mode veille.

Cette alimentation étant de faible puissance, sa consommation est réduite et son circuit de commande délivre parfois directement les signaux de puissance au transformateur de sortie, évitant l'utilisation d'un transistor de puissance.

Rappel

Le mode veille est indispensable pour tous les appareils munis d'une télécommande ou ayant un fonctionnement réduit à l'arrêt (par exemple, pour l'indication de l'heure ou pour les appareils ayant un dispositif de mise en marche ou d'arrêt programmés) : autant dire la majeure partie des appareils actuels.

Vérification du circuit primaire

Le circuit primaire d'une alimentation à découpage est souvent l'objet de pannes, soit parce que l'un de ses composants a présenté un défaut qui souvent a entraîné d'autres composants dans sa destruction, soit parce que, relié au secteur électrique, le circuit primaire a été soumis à une surtension, par exemple lors d'un orage. Les alimentations à découpage étant protégées contre les courts-circuits survenant sur les tensions de sortie, il est rare qu'un défaut des composants du circuit primaire soit dû à un tel problème.

VÉRIFICATION DES PROTECTIONS ET DU FILTRAGE DE LA TENSION DU RÉSEAU

L'appareil étant débranché, la première vérification à faire concerne le (ou parfois les) fusible(s) situé(s) en amont sur l'arrivée du câble d'alimentation secteur. Pour ce faire, utilisez un multimètre en position ohmmètre ; le fusible doit présenter un court-circuit franc (0 Ω).

Si le fusible est fondu, son rôle étant de protéger en cas de circuit défaillant, il va falloir en chercher la cause avant de le remplacer. Son remplacement pur et simple, sans en chercher les causes, conduira inévitablement à le détruire à nouveau. Or, les causes sont multiples :

- condensateur en court-circuit dans les filtres de la tension du réseau ;
- pont de redressement en court-circuit même partiel ;
- condensateur électrolytique de filtrage de la tension primaire en court-circuit ;
- circuit de commande et/ou circuit de puissance en court-circuit…



La tension présente dans cette partie de l'alimentation avoisine les 400 V !

Il peut être utile de déconnecter les circuits d'entrée des circuits de commande afin de vérifier la présence de la tension continue d'environ 400 V. Cela est parfois possible par retrait d'un pont filaire (appelé « jumper ») sur le circuit imprimé, ce qui permettra d'identifier plus facilement le problème entre les circuits d'entrée et de commande et de l'étage de puissance.

Pour faire les vérifications avant un essai sous tension, le multimètre permettra de détecter les courts-circuits éventuels. Le premier essai sous tension se fera en ajoutant une lampe en série dans l'alimentation secteur : celle-ci devra briller rapidement lors du branchement (énergie nécessaire au

chargement du condensateur de filtrage de la tension continue du circuit primaire), puis s'éteindre. Cela prouvera que l'alimentation primaire est *a priori* correcte. Une vérification de la tension primaire qui doit être présente aux bornes du gros condensateur de filtrage (environ 400 V) permettra de mettre hors de cause les circuits d'entrée.

VÉRIFICATION DES CIRCUITS DE COMMANDE ET DE L'ÉTAGE DE PUISSANCE

L'alimentation ne fonctionne toujours pas, mais vous avez avancé dans votre diagnostic et savez que les circuits d'entrée sont hors de cause : la tension primaire de 400 V environ est présente lorsqu'on déconnecte les circuits de contrôle et de puissance.

Si, lorsque les circuits de contrôle et l'étage de puissance sont reliés, le fusible saute ou la lampe brille fortement en permanence, il y a lieu de rechercher la panne dans ces circuits. Le plus souvent, on constatera à l'aide d'un ohmmètre qu'un ou plusieurs transistors de l'étage de puissance sont en court-circuit. Il se peut également que les transistors soient coupés, n'assurant plus la commutation. Il faudra alors relever le schéma de l'étage de sortie (si on n'en dispose pas) et vérifier **tous** les composants avoisinants, en particulier les condensateurs (électrolytiques ou non) et les diodes et remplacer **tous** ces composants par leur équivalent strict.

Remplacement des composants des alimentations

Les composants des alimentations à découpage étant très critiques, vous ne devez pas tenter de le remplacer par des références avoisinantes mais non équivalentes. Cela concerne notamment les diodes et les transistors de puissance dont les caractéristiques doivent être identiques, ou voisines mais meilleures, pour permettre un remplacement.

Ainsi, on ne remplace pas un transistor MOSFET prévu pour 30 V et 1 A par un autre prévu pour 600 V et 20 A, pas plus que l'inverse. En revanche, remplacer ce même transistor par un autre prévu pour 50 V et 2 A sera *a priori* possible. De même, mis à part le pont de redressement de la tension du secteur, toutes les diodes utilisées dans les circuits d'une alimentation à découpage doivent être de type rapide (« Fast Recovery » ou « Schottky ») afin de pouvoir fonctionner en mode impulsionnel aux fréquences élevées du découpage.

Il arrive fréquemment que la destruction d'un étage de sortie provoque également la défaillance de son circuit de commande, qui est en général un circuit intégré spécialisé. La consultation de la feuille de caractéristiques de ce composant suffit le plus souvent à comprendre le fonctionnement du circuit primaire de l'alimentation et à déterminer les éléments défaillants.

Il y a un nombre important de circuits différents ; aussi est-il difficile de brosser un tableau complet des pannes possibles. Rappelons-nous que les éléments les plus vulnérables sont les condensateurs, les diodes et les transistors et, plus rarement, les résistances, les transformateurs ou les inductances. N'oublions pas non plus d'interroger les forums sur Internet : souvent, des pistes sont suggérées pour déterminer les pannes.

La finalité, à ce stade, est d'aboutir à un fonctionnement même imparfait du circuit primaire ; cela pourra être vérifié par la présence d'un signal modulé de quelques dizaines de kHz sur le primaire du transformateur à l'aide d'un oscilloscope muni d'une sonde appropriée (prévoir une sonde acceptant plus de 600 V). Si une telle sonde n'est pas disponible, utiliser un circuit auxiliaire ou secondaire

du transformateur pour vérifier que l'oscillation est bien présente. Ceci permettra de vérifier que le primaire fonctionne ; mais il se peut que la panne soit située dans les circuits de sortie connectés au secondaire du transformateur (redressement, filtrage, contrôle et régulation des tensions). À ce niveau, il est parfois possible de déconnecter les diodes de redressement au secondaire et de vérifier le fonctionnement correct de l'alimentation à vide ou en la chargeant à l'aide de lampes basse tension appropriées. Attention néanmoins, tous les circuits n'acceptent pas un fonctionnement à vide, notamment en raison de la présence des éléments de protection et de régulation.

Il existe des pannes provenant de la déficience du transformateur d'isolation primaire-secondaire. Si l'un des enroulements est coupé, le diagnostic sera rapide, mais si un enroulement (primaire en général) comporte des courts-circuits entre spires, l'alimentation ne fonctionnera pas, ou mal, et cela sera très difficile à diagnostiquer, sauf à pouvoir remplacer le transformateur (ce qui est rarement possible).

Vérification du circuit secondaire d'une alimentation

Le circuit secondaire d'une alimentation présente également souvent des défaillances de ses différents composants. Avant de passer à la vérification du circuit secondaire, il est nécessaire de s'être assuré auparavant que le circuit primaire était en état *a priori* de fonctionner. Dans le cas contraire, il est certain que le circuit secondaire ne pourra pas donner signe de vie…

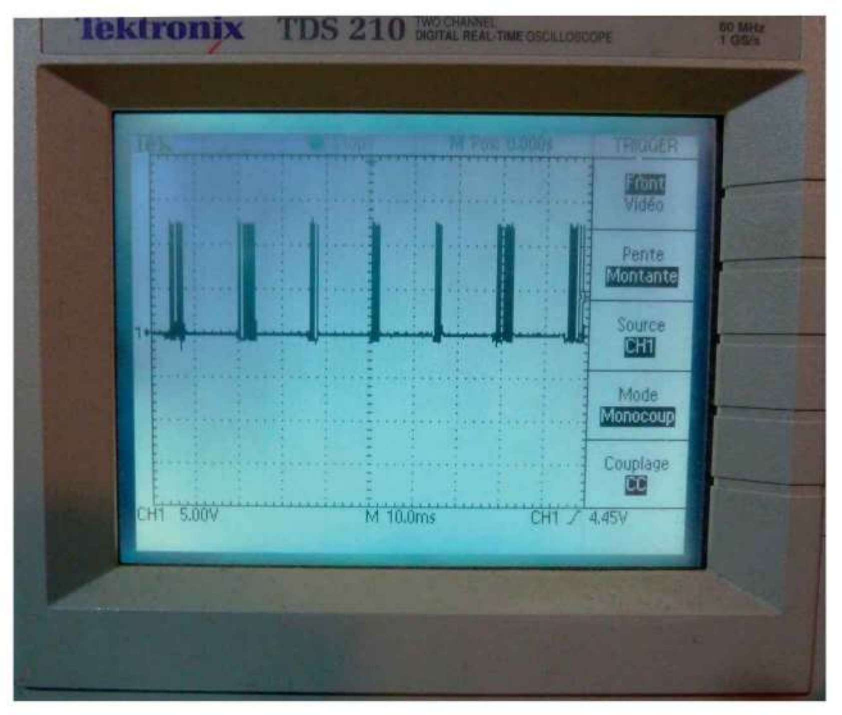


Figure 8-6. **Trains d'impulsions sur une alimentation en court-circuit**

Pour contrôler si le circuit primaire est *a priori* fonctionnel, il suffira de vérifier la présence d'un signal sur les enroulements du transformateur. Ce signal de type impulsionnel sera soit continu (dans le meilleur des cas), soit constitué de trains d'impulsions en raison du cycle {démarrage/mise en sécurité de l'alimentation/puis démarrage/etc.} provoqué par un défaut relatif au circuit primaire comme au circuit secondaire de l'alimentation.

VÉRIFICATION DES ÉTAGES DE REDRESSEMENT ET DE FILTRAGE DE SORTIE

À ce point, il doit y avoir un « signe de vie » du circuit primaire du transformateur : une tension modulée doit être observable sur un oscilloscope, prouvant qu'*a priori*, les étages du primaire fonctionnent, certes de façon incorrecte peut-être, mais qu'ils fonctionnent tout de même, signifiant que le problème vient probablement des circuits secondaires ou de contrôle/régulation.

La première des vérifications ciblera les diodes de redressement et les capacités de filtrage des tensions secondaires, les condensateurs bombés devront être remplacés et le bruit des tensions d'alimentation vérifié. Il doit y avoir également présence permanente d'une tension dite de stand-by (tension de veille) qui permet à l'appareil d'alimenter quelques circuits nécessaires à sa mise en fonctionnement. Le défaut peut également provenir des circuits régulateurs/abaisseurs de tension parfois présents à ce niveau. Si ces éléments sont en bon état fonctionnel, il y a lieu de vérifier les circuits de contrôle et régulation.



Les diodes de redressement des tensions secondaires d'une alimentation à découpage doivent impérativement être de type « rapide » ou « Schottky ».

VÉRIFICATION DES CIRCUITS DE RÉGULATION ET DE CONTRÔLE

Ces circuits permettent la télécommande de l'alimentation par la carte principale de l'appareil (Power on) mais également la régulation d'une ou plusieurs tensions de sortie par commande du rapport cyclique des impulsions de modulation du primaire du transformateur.

En général, ils sont placés côté secondaire (non relié au secteur) et connectés aux circuits primaires par l'intermédiaire d'un coupleur optoélectronique (couple diode LED et phototransistor) dont il est facile de vérifier le fonctionnement ou de le condamner pour forcer le fonctionnement de l'alimentation.

Si d'autres tensions de sortie sont critiques, elles pourront être régulées par des régulateurs classiques, la régulation par modulation des impulsions de découpage agissant sur l'ensemble des tensions redressées.

Il faut bien entendu débrancher les circuits d'alimentation du reste des circuits de l'appareil et simuler la présence du signal de mise sous tension (en général en reliant une résistance de 1 à 2 kΩ à la tension de veille) et charger les sorties avec des ampoules d'éclairage adaptées.



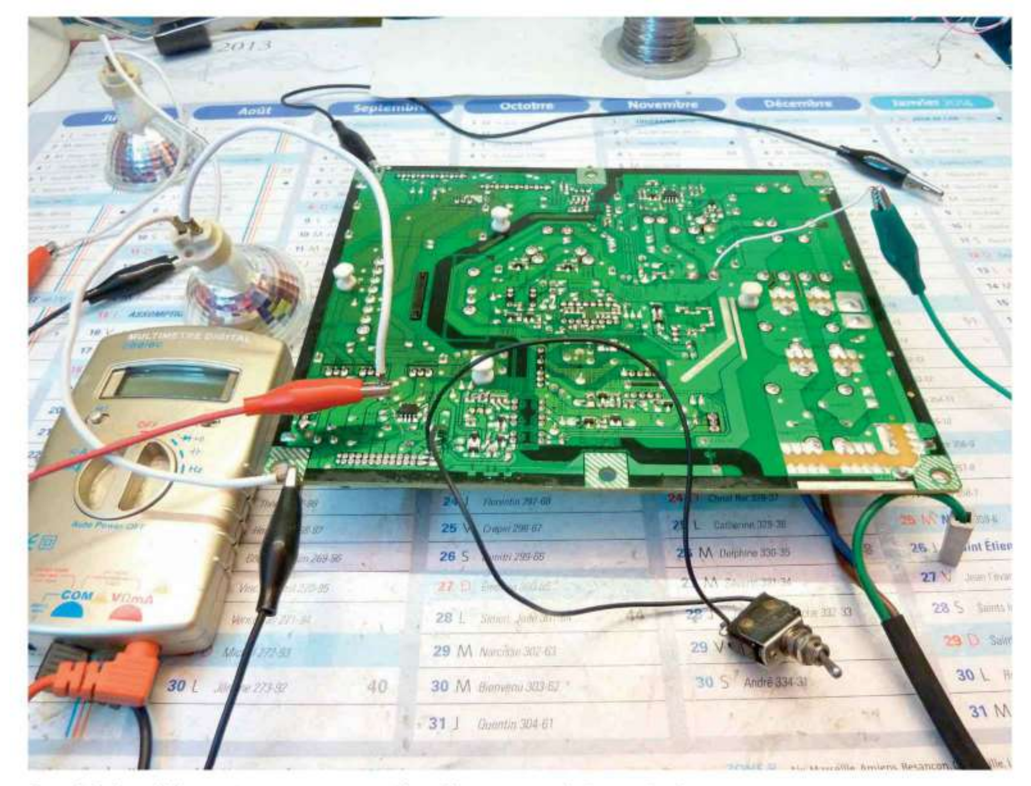


Figure 8-7. Carte d'alimentation en test autonome. Notez l'interrupteur et les lampes de charge.

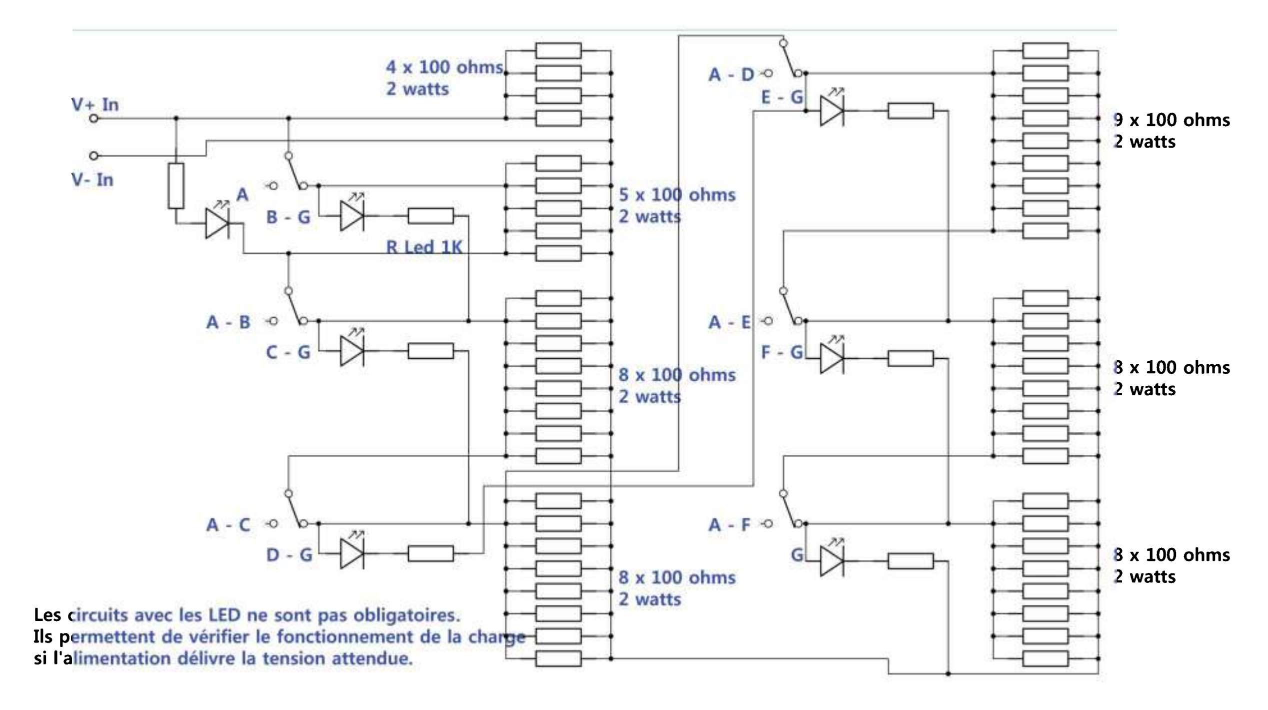
Cela ne fonctionne pas toujours, notamment parce qu'en raison de la faible résistance des filaments des lampes à froid, l'alimentation n'arrive pas à fournir la pointe d'énergie nécessaire à l'allumage des témoins lumineux. Dans ce cas, il faut charger l'alimentation à l'aide de résistances de puissance. Si, par exemple, une alimentation est supposée délivrer une tension U de 12 V sous un courant I de 4 A, il faudra placer une résistance :

$$R = \frac{U}{I}\text{, soit ici } \frac{12}{4} = 3\ \Omega\text{, et de puissance } P = U \times I = 48\text{ W.}$$

On pourra par exemple se confectionner un assemblage en parallèle de 10 résistances de 30 Ω, ou bien se constituer une boîte de résistances commutables permettant de charger plus ou moins une alimentation. En voici un exemple réalisé avec 50 résistances de 100 Ω et 2 W permettant de mettre en charge les alimentations jusqu'à 12 V.

Les interrupteurs devront être commutés de façon à mettre en parallèle un nombre variable de résistances. Une diode LED, placée près des interrupteurs, indiquera si la tension est présente et sous quelle intensité *a priori*. Il sera évidemment nécessaire de vérifier si la tension délivrée par l'alimentation est correcte et propre au niveau bruit.

La réalisation de cette boîte de charge doit être en accord avec les puissances dissipées par les résistances qu'il est facile de se procurer. Si des tensions supérieures à 12 V doivent être mises en charge, il faudra utiliser des résistances différentes. C'est le cas pour les tensions délivrées aux circuits du rétroéclairage (24 V ou plus parfois).



Position A = 25 ohms max 8 watts / 12 volts 0,5 Amp / 6 volts 0,25 Amp
Position B = 11 ohms max 13 watts / 12 volts 1 Amp / 6 volts 0,5 Amp
Position C = 6 ohms max 34 watts / 12 volts 2 Amp / 6 volts 1 Amp
Position D = 4 ohms max 50 watts / 12 volts 3 Amp / 6 volts 1,5 Amp
Position E = 3 ohms max 68 watts / 12 volts 4 Amp / 6 volts 2 Amp
Position F = 2,4 ohms max 84 watts / 12 volts 5 Amp / 6 volts 2,5 Amp
Position G = 2 ohms max 100 watts / 12 volts 6 Amp / 6 volts 3 Amp

Figure 8-8. Principe d'une charge pour alimentation 3 à 12 V maximum 100 W

Revenons au dépannage de notre alimentation. Dans tous les cas, il faudra déterminer avec précision le ou les composants défectueux, dans l'ordre de fréquence des causes des pannes : d'abord les condensateurs, puis les diodes ou ponts de redressement, et en dernier lieu les transistors de puissance et les circuits intégrés de contrôle de l'étage de sortie.

Lorsqu'un fonctionnement correct de l'alimentation est constaté, reconnectez tous les éléments de l'appareil entre eux et vérifiez le fonctionnement. En particulier, vérifiez bien la stabilité des tensions délivrées ; une variation de celles-ci en fonction de la charge (position veille puis mise en marche) indiquerait un manque de puissance fournie.

Si l'alimentation ne fonctionne pas correctement, il faut bien entendu chercher le problème dans les autres parties de l'appareil dont l'interconnexion provoque un dysfonctionnement de l'alimentation. Certains appareils détectent les tensions incorrectes et mettent l'appareil en sécurité. L'examen de ces conditions de mise en sécurité dans les circuits (en général dans la carte principale) permet de déterminer les éléments en cause : parfois, un clignotement du voyant de façade donne une indication instructive (voir le manuel de maintenance à ce sujet).

Pour terminer, vous devez bien sûr mesurer la valeur de chaque tension délivrée par l'alimentation ainsi que leur « pureté » (le bruit ne devant pas dépasser une centaine de mV crête à crête).

Les diodes des alimentations à découpage

Dans les alimentations à découpage, dans les circuits primaires comme dans les circuits secondaires, les diodes utilisées, même en redressement de tension, doivent impérativement être de type rapide (« Fast Recovery » ou « Schottky ») en raison des fréquences élevées des circuits de découpage. Ces diodes « souffrent beaucoup » et présentent souvent des problèmes. Il est impératif de les remplacer par des diodes de même type notamment au niveau de la rapidité. Leur remplacement par une diode ordinaire conduirait à coup sûr à un dysfonctionnement de l'alimentation et à une destruction rapide de la diode qui, se présentant comme un court-circuit partiel aux fréquences de découpage, chaufferait et pourrait empêcher le fonctionnement de l'alimentation.

Substitution d'une alimentation

Il peut être intéressant de substituer une alimentation défectueuse par une autre afin de vérifier si, en présence de tensions d'alimentation normales, le comportement de l'appareil est correct ou que la panne provient bien des circuits d'alimentation. En effet, qui est venu en premier : l'œuf ou la poule ? En matière d'électronique, une question du même ordre se pose : qui est le fautif de la situation où une alimentation ne délivre pas les tensions attendues ? Ce peut être l'alimentation en elle-même, ou bien les circuits qui en contrôlent la mise en fonctionnement/veille, ou bien encore une surcharge due aux circuits alimentés qui la fait se mettre en sécurité. L'avantage de l'électronicien est qu'il devrait pouvoir, même si ce n'est pas toujours simple, répondre à cette question avant d'acheter une carte alimentation coûteuse et échouer dans sa tentative de dépannage.

Le cas le plus simple suppose qu'on dispose d'une alimentation identique, ce qui n'est pas fréquent, mais on peut aussi substituer une carte alimentation à l'aide de plusieurs alimentations de laboratoire ou à l'aide d'une autre carte alimentation délivrant les mêmes tensions (moyennant une adaptation au niveau des connecteurs ou en soudant directement les fils de connexions de façon temporaire). Cette substitution pourra se faire, à condition de respecter les tensions et les intensités délivrées. Elle sera parfois compliquée en raison de la présence de signaux de contrôle renvoyés par la carte alimentation aux circuits de l'appareil (fréquent dans les téléviseurs). Il sera en ce cas nécessaire de simuler ces signaux.

Si une alimentation délivre normalement toutes les tensions sauf une seule, on pourra isoler l'alimentation défectueuse et, *via* une alimentation externe, fournir la tension manquante. Il sera également possible, dans certains cas, d'utiliser une alimentation d'ordinateur, à condition de prévoir le signal de mise en fonctionnement de l'alimentation dans le cas des alimentations ATX.

Recommandations importantes

Vous devrez être très prudent en substituant une alimentation par une autre et respecter scrupuleusement les tensions et intensités à fournir aux circuits, ainsi que les signaux à simuler éventuellement. Respectez également l'ordre d'apparition des tensions qui se fera en deux temps : tension de veille pendant 15 à 30 s (temps d'initialisation), puis toutes les autres tensions simultanément.

Bien que délicate, cette manipulation permettra de vérifier le fonctionnement de l'appareil en panne d'alimentation avant l'achat d'une carte coûteuse ou la recherche d'une panne.

PARTIE 3

CONNAÎTRE LES COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

Réparer un appareil consiste à identifier et remplacer les composants défectueux. Mais difficile d'être efficace si on les maîtrise mal. Le Roi disait qu'il est indispensable de bien connaître ses sujets : le réparateur doit se dire la même chose pour ses composants !

CHAPITRE 9

CARACTÉRISTIQUES DES COMPOSANTS

Bien entendu, nous n'aborderons pas le cas des tubes électroniques qui, après des décennies de gloire, ont cédé la place aux semi-conducteurs dans l'électronique moderne. Il subsiste néanmoins nombre d'équipements utilisant encore les tubes électroniques, notamment en hi-fi très haut de gamme mais également dans les émetteurs de puissance (radio-amateurs, cibistes, radiodiffusion) et dans certains équipements de mesure.

Le dépannage de ces appareils n'est probablement pas du ressort de l'amateur ou du hobbyiste, mais plus certainement du professionnel ou du technicien averti. Les collectionneurs de récepteurs de radio « vintage », équipés de tubes électroniques qui seront soucieux de remettre en état fonctionnel leur appareils sont rares ; aussi ce type de dépannage n'est pas abordé ici.

Les fusibles

Voilà des composants vieux comme le monde qui sont toujours employés car essentiels dans les équipements électroniques modernes, tout comme en électricité. Les fusibles ont évolué dans le temps, passant du simple fil de plomb fixé sur un support isolant (cartouche amovible) par deux vis, à du fil argenté pour un meilleur calibrage, pour se miniaturiser ensuite sous forme de petites cartouches cylindriques de différentes tailles, toujours amovibles, puis sous forme de composant soudable, et enfin sous forme de CMS (Composant monté en surface).

De plus, leur technologie ayant évolué, ils sont déclinés en « fusion rapide » et « temporisés », ces derniers protégeant des surintensités durables mais moins sensibles aux pointes de courant, notamment durant la mise en marche des équipements. Il convient dans tous les cas de bien connaître leurs caractéristiques principales :

- forme, type et caractéristiques dimensionnelles ;
- intensité nominale ;
- type de protection : lente ou rapide ;
- tension maximale admissible du circuit protégé (aux bornes du fusible grillé).



Figure 9-1. **Quelques fusibles de type cartouche utilisés en électronique**

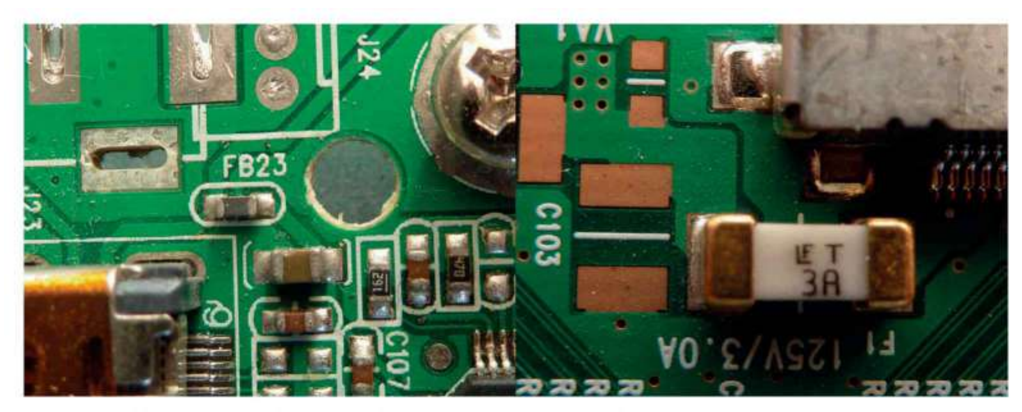


Figure 9-2. **Fusibles CMS avec marquage (à droite), et sans identification (à gauche)**

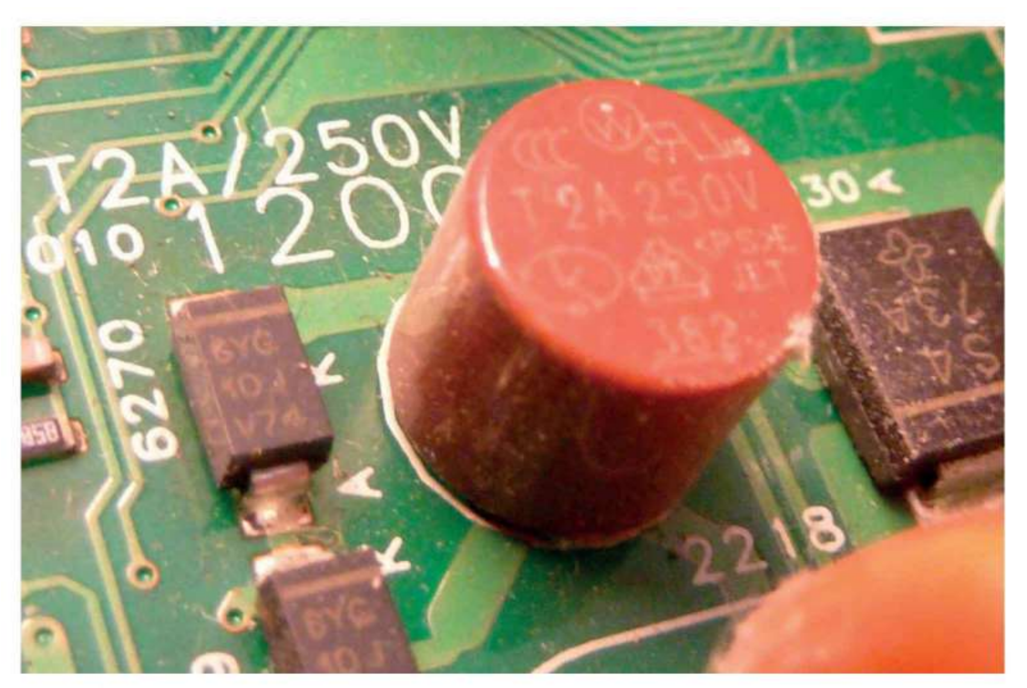


Figure 9-3. **Fusible de type capsule avec son marquage répété sur le circuit imprimé**

Notez que les fusibles de type « protection lente » sont souvent en céramique, en verre rempli de sable, ou dotés d'un filament interne particulier qui permet de les reconnaître s'il est visible, alors qu'un fusible de type « rapide » n'est constitué en général que d'un simple fil. Le marquage identifie clairement les fusibles lents et rapides.

Ces caractéristiques sont essentielles à la bonne protection du circuit. Leur respect est aussi nécessaire pour éviter les risques d'incendie.

En cas de défaillance d'un fusible, il y a toujours une raison et son remplacement pur et simple ne résout souvent rien : il faut chercher la cause qui a fait « sauter » le fusible. Dans le cas contraire, son remplacement se traduira dans presque tous les cas par la destruction du remplaçant, accompagnée d'un « clac » caractéristique et parfois d'un flash lumineux dès la mise sous tension de l'appareil et par un juron du dépanneur trop négligent dans sa recherche de panne !

Les résistances

Vieux comme le monde de l'électricité, ces composants restent irremplaçables en électronique. Je me souviens, au temps glorieux de mes premiers bricolages de radioélectricité avoir confectionné des résistances à l'aide de crayons à la mine de graphite. Cela fonctionnait le temps de faire des essais et d'acheter la bonne pièce définitive. Et puis, ça faisait plaisir ! Depuis, la technologie a progressé, diversifiant les résistances mises à disposition pour couvrir les différents besoins.

Je passerai sous silence les résistances de puissance, rarement utilisées dans l'électronique moderne, ainsi que les rhéostats variables constitués d'une résistance bobinée munie d'un curseur, pour me limiter aux résistances de faible ou très faible puissance (et encombrement) utilisées dans les appareils récents. Dans la catégorie qui nous intéresse, deux types de résistances existent : les résistances à fils axiaux (le plus souvent de type carbone) et les résistances de type « CMS » de très petites dimensions. En outre, ces résistances « CMS » ont une puissance de dissipation admissible bien plus faible que les résistances axiales.

Les résistances ont pour caractéristiques :

- leur type physique et leurs dimensions ;
- leur type technologique (bobinée, carbone, à couche métallique…) ;
- leur valeur exprimée en ohms (Ω) ;
- leur dissipation maximale en watts (W) ;
- leur précision exprimée en pourcentage de leur valeur ;
- et leur température de fonctionnement.

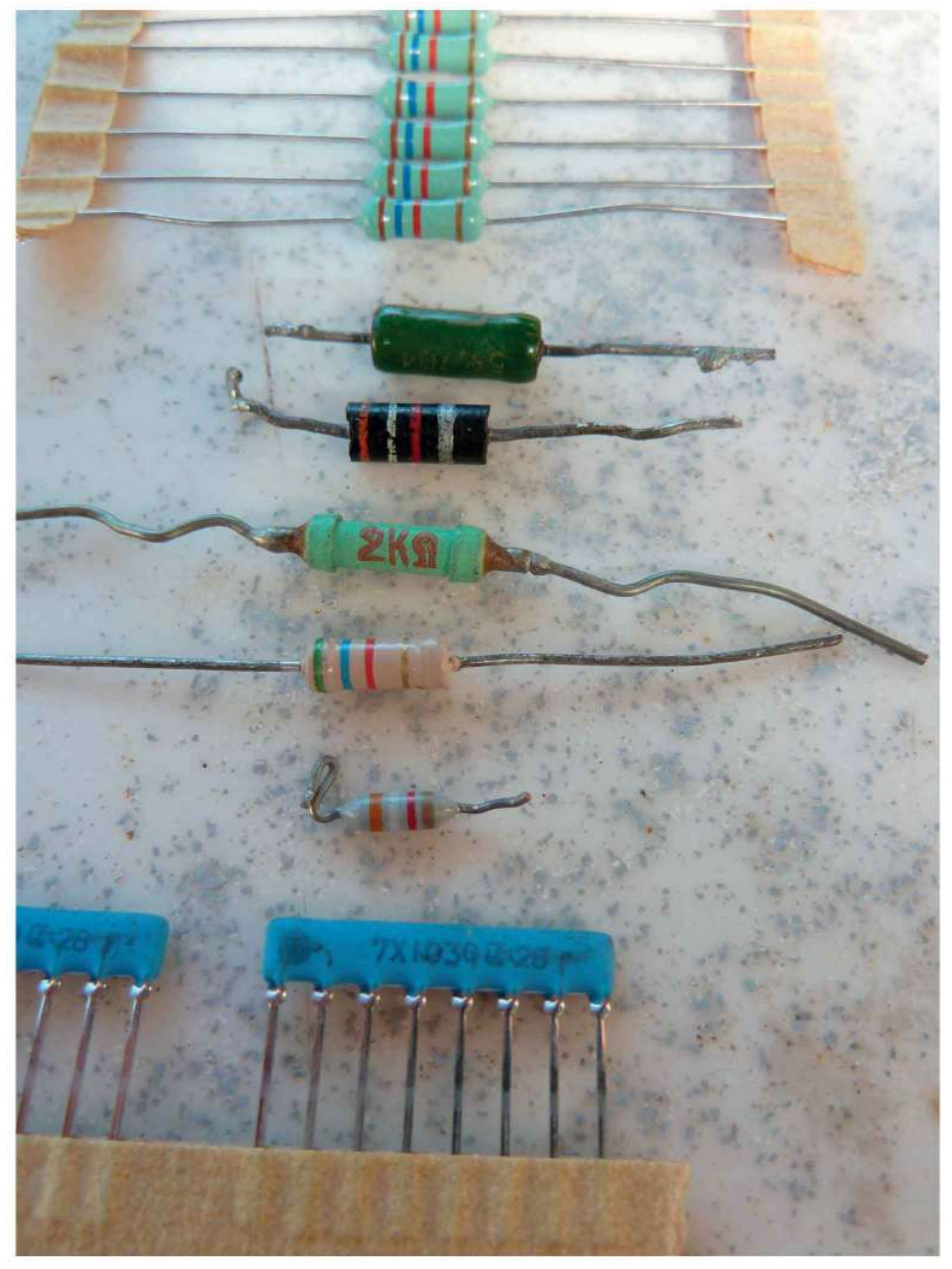


Figure 9-4. **Quelques résistances et des réseaux de résistances**

On pourra toujours remplacer une résistance de type « CMS » par une de type axial si on a suffisamment de place pour loger ce monstre en taille (comparé à celle d'une résistance « CMS »), mais rarement l'inverse en raison des difficultés d'adapter la soudure en surface à un circuit imprimé avec trou de soudure traversant. On se méfiera aussi de la puissance maximale de dissipation autorisée par la résistance. Dites-vous que si l'appareil possède une résistance de type axial, il y a sûrement une raison… à moins que son trop grand âge en soit l'explication !

Il existe également, surtout dans les parties numériques des appareils, des réseaux de résistances qui pourront aisément être remplacés par des composants discrets (sous réserve d'avoir la place) : ça ne sera pas très beau mais tout aussi efficace, à condition de ne pas avoir de fils trop longs.

Une résistance défectueuse pourra se détecter souvent au simple coup d'œil. En effet, la plupart des résistances défaillantes ont subi une surchauffe et ça se voit à l'œil nu, surtout pour une résistance de type axial. Si c'est le cas, c'est rarement la « faute » de la résistance qui est plutôt à considérer comme victime et non pas responsable. Vous devrez le plus souvent chercher la cause de cette surchauffe. Comme pour les fusibles (qui ne sont jamais que des résistances de faible valeur), le simple remplacement d'une résistance défectueuse sans en chercher l'origine sera voué à un échec parfois accompagné d'une légère fumée ! Et toujours du même juron du dépanneur !

La principale difficulté lorsqu'on aboutit à la nécessité de remplacer une résistance est de connaître sa valeur. D'après sa taille, on aura vite deviné la valeur de sa dissipation maximale mais, souvent détruite, la résistance aura perdu son marquage dans bien des cas. Bien entendu, si on dispose du schéma de l'appareil on s'y reportera, mais dans le cas contraire, il restera à consulter les feuilles de caractéristiques des composants voisins pour tenter de deviner le schéma de cette partie manquante de circuit et en déduire une valeur probable de la résistance. Puis, on tentera sa chance en remettant le circuit ainsi rééquipé sous tension. Dans le meilleur des cas, le marquage sera lisible et il convient de connaître les différents marquages possibles.

- Cas des résistances axiales : le marquage est soit exprimé par un code des couleurs international, soit par un texte.
- Cas des résistances « CMS » et des résistances de type « capsule » : ces composants, reconnaissables à leur couleur ardoise, sont le plus souvent identifiés à l'aide d'un marquage direct de la valeur selon le code NNZ, où NN est une valeur décimale, suivie par le nombre de zéro Z ; par exemple, 100 signifiera 10 Ω et 273 signifiera 27 kΩ. En dessous de 10 Ω, on trouvera un marquage 3R par exemple indiquant une résistance de 3 Ω ou 3R7 pour 3,7 Ω.

Pour les résistances de précision plus importante, le code international EIA-96 est utilisé. Attention, celui-ci peut se retrouver sur d'autres composants ; vous devez donc être certain que vous avez bien affaire à une résistance. Le code de marquage EIA-96 de la valeur d'une résistance commence toujours par un groupe de deux chiffres, suivi d'une lettre. Sur la figure 9-5 page suivante, on reconnaîtra, en bas à gauche, une résistance de 100 Ω, et immédiatement à sa droite une autre de 6 800 Ω ; au centre, de haut en bas, 10 kΩ, 15 kΩ, 15 kΩ encore et 10 kΩ (ne pas confondre le marquage réel 103 avec E01 qui n'est pas valide pour les résistances).

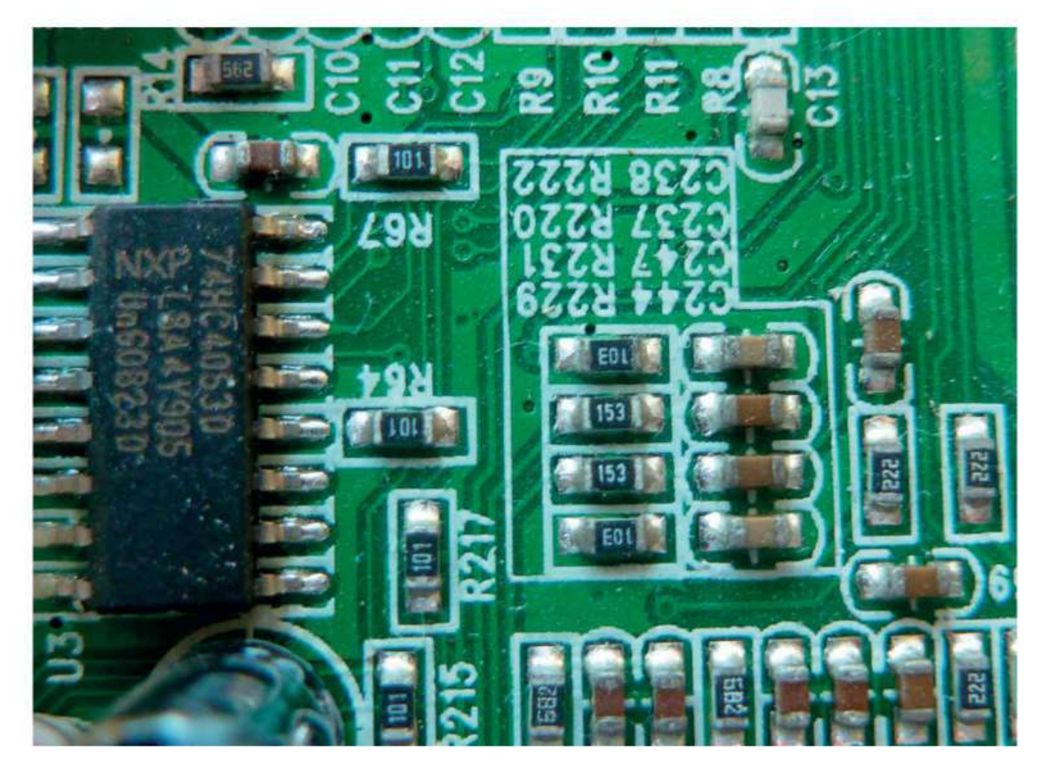


Figure 9-5. **Quelques résistances CMS dans leur environnement**

Certaines résistances marquées 0, 00, 000 ou 0000 sont en fait des « jumpers » ou cavaliers de résistance nulle utilisés pour ponter ou relier deux pistes de circuit imprimé. Ce ne sont pas des fusibles, même si parfois elles en jouent le rôle par accident. Ces résistances seront toujours à vérifier lors de la recherche de panne.

Enfin, il existe aussi malheureusement des résistances de type CMS qui ne possèdent aucun marquage, du fait de leur très petite taille. Sans la présence du schéma de l'appareil, il sera donc difficile de déterminer la valeur de ce type de résistance, ou même de s'assurer qu'il s'agit bien d'une résistance. Toutefois, ce cas de figure ne devrait pas concerner le dépanneur, car il est extrêmement rare qu'une très petite résistance CMS nécessite d'être remplacée. Personnellement, cela ne m'est jamais arrivé ; en revanche, il se peut qu'une résistance ait été « pulvérisée » lors d'une panne (il faut alors chercher la cause de cette destruction, les résistances n'étant pas « explosives » !), si bien que le marquage aura disparu, que ce soit un composant CMS ou filaire.

Un récapitulatif du détail des codes de marquage des résistances est développé au chapitre 12.

Sur la figure 9-6, on distinguera de gauche à droite et de haut en bas les codes 18D, 05C, 223, 681 (2), 823, 334 et 000 (4 fois), soit respectivement 150 kΩ, 11 kΩ, 22 kΩ, 680 kΩ (2), 82 kΩ, 330 kΩ et quatre résistances de valeur nulle (ponts de liaisons). Les tableaux de codification des composants sont fournis dans le chapitre 12.

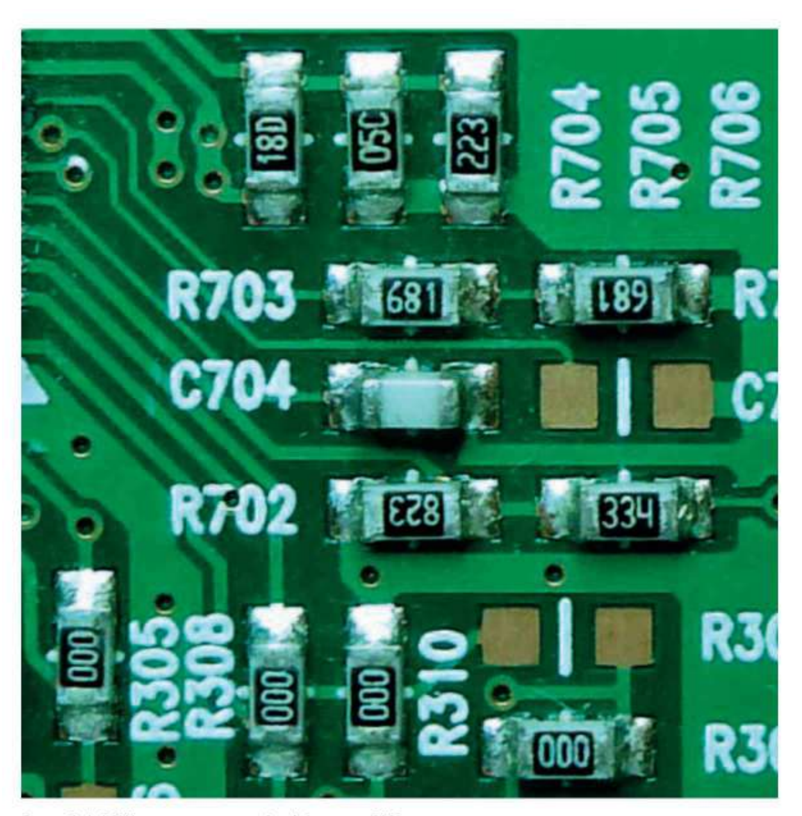


Figure 9-6. **Différents marquages de résistances CMS**

Les condensateurs

Dans la catégorie des composants passifs, les condensateurs sont certainement ceux qui se déclinent avec le plus de valeurs, formats, type technologique et tolérances.

TYPOLOGIE DES CONDENSATEURS

L'objectif ici n'est pas de dresser l'inventaire exhaustif des catégories de condensateurs existant ou ayant existé, mais d'apprendre à les connaître en se limitant à ce qui préoccupe le dépanneur. Il en existe deux grandes familles : les condensateurs non polarisés et les condensateurs polarisés.

Dans la première, on trouve des condensateurs de faibles valeurs mais aussi de valeurs moyennes à fortes (quelques microfarads), ayant des tensions de service faibles et fortes (même très fortes), des tolérances faibles ou élevées, et surtout des technologies très variées ayant toutes leur justification selon les contraintes du circuit d'emploi.

Dans la seconde, on trouve des valeurs assez élevées à très élevées, des tensions de service de quelques volts à quelques centaines de volts et surtout une technologie limitée à l'électrochimique (encore appelée électrolytique) dont nous dirons quelques mots pour la curiosité. Ils ont souvent un rôle limité au filtrage des tensions, du moins pour la partie des fréquences basses. Ils se font en général accompagner de condensateurs de la première catégorie pour le filtrage complémentaire des fréquences élevées.



Figure 9-7. **Condensateurs céramique**

On trouvera les deux catégories dans les liaisons entre circuits pour lesquels un isolement galvanique (en courant continu) est nécessaire selon qu'on aura affaire à des fréquences basses et impédances basses, ou des fréquences élevées et impédances élevées. En ce qui concerne les formes physiques, la diversité est tout aussi importante et l'encombrement peut aller de la miniature d'à peine quelques millimètres pour les condensateurs céramique, Mica et CMS de faibles valeurs, à un énorme cylindre pour les condensateurs de fortes valeurs ou tensions de service.



Tableau 9-1. **Différents types de condensateurs**

Type	Valeurs	Tolérances	Tension d'isolement	Encombrement
Céramique	1 pf à 220 nF	Larges, très instables à la température	Quelques volts à plusieurs kilovolts	Faible, cylindriques ou disques
Mica	< 1 nf	Tolérances faibles, très stables en température	< 100 V	Faible
Papier métallisé	1 nF à 1 µF	Larges	< 2 kV	Faible à grand selon valeur et tension
À film polypropylène ou MKP	1 nF à 1 µF	Larges mais très stables dans le temps - bonne tenue en régime impulsionnel	≤ 2 kV	Faible à grand selon valeur et tension
À film polyester ou MKT	1 nF à 1 µF	Larges mais très stables dans le temps	≤ 2 kV	Faible à grand selon valeur et tension
À film polystyrène ou MKS	1 nF à 1 µF	Larges mais très stables dans le temps Bonne tenue en régime impulsionnel	≤ 2 kV	Faible à grand selon valeur et tension
Électrochimiques ou électrolytiques	1 µF à 100 000 µF	Larges, sujets au vieillissement	5 V à 750 V	Faible à moyen
Tantale	1 à 100 µF	Larges	<100 V	Faible, plus miniaturisés que les électrochimiques standards



Figure 9-8. **Condensateurs à films plastiques**

TECHNOLOGIE DES CONDENSATEURS

De façon schématique, un condensateur est constitué par deux éléments conducteurs placés en regard l'un de l'autre, le plus souvent sous forme de deux plaques métalliques séparées par un isolant.

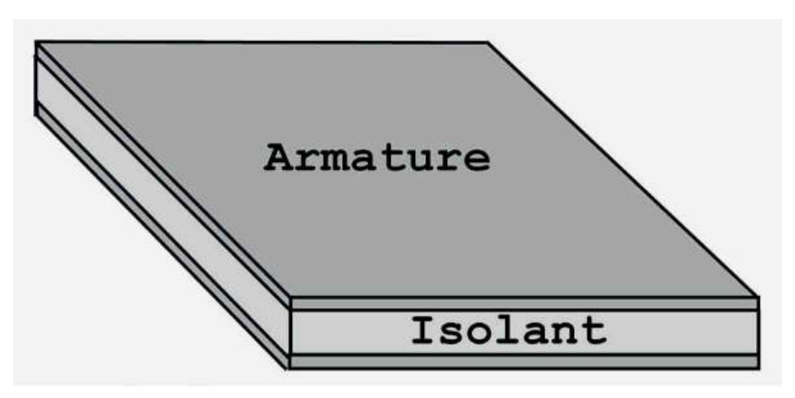


Figure 9-9. **Structure simplifiée d'un condensateur**

Ainsi, et c'est important de le savoir, notre environnement est rempli d'éléments qui forment des condensateurs souvent indésirables : par exemple, un véhicule et le corps humain (ce qui explique les décharges électriques qu'on reçoit parfois par temps sec) ou la surface d'un écran de smartphone et le doigt de l'utilisateur (ce condensateur est mis à profit dans les écrans tactiles capacitifs).

En électronique, deux conducteurs placés l'un près de l'autre dans un circuit imprimé sont un exemple de condensateur parasite duquel les concepteurs de circuits à haute fréquence doivent se méfier. Heureusement, au niveau du dépannage, le souci n'existe pas, puisqu'il a été anticipé au niveau de la conception. Toutefois, dans les blocs tuners des téléviseurs ou récepteurs radio, il est bon lors du dépannage de ne pas introduire à proximité de ces éléments des surfaces conductrices (en substituant par exemple un composant miniature par un de taille plus conséquente) qui pourraient perturber les réglages et donc le fonctionnement, particulièrement en radiodiffusion FM et télévision. De même, retirer le blindage d'un bloc tuner peut rendre celui-ci défaillant ; heureusement, en le replaçant, la défaillance disparaîtra.

Comme un condensateur est constitué de deux armatures métalliques isolées et placées en regard l'une de l'autre, plus les surfaces en regard sont importantes, plus la valeur du condensateur est élevée. Et plus la distance entre les armatures métalliques est faible, plus la valeur de la capacité est importante, mais moins la tension d'isolement est importante.

Dès lors se pose le problème de l'encombrement pour la réalisation des condensateurs pour laquelle on fait appel à des techniques moins simples. Ainsi, on utilise des isolants diélectriques performants pour résister à des tensions élevées (céramique, mica, film polyester ou plastique, oxyde métallique isolant…) pour une épaisseur très faible. On multiplie les surfaces en regard, tout en limitant la taille du condensateur en enroulant celles-ci ; de même on diminue l'épaisseur des armatures métalliques en utilisant des conducteurs sous forme de métallisation, etc. Le temps des condensateurs à « air » est de loin révolu, celui des condensateurs constitués des deux bandes d'aluminium isolées par une bande de papier également.



Pour des très fortes valeurs, le diélectrique est un composé chimique très résistant en tension et de très faible épaisseur. Ainsi, les condensateurs électrolytiques ou électrochimiques sont constitués d'une surface conductrice (aluminium ou tantale) isolée de l'autre surface identique par son propre oxyde métallique. De par leur construction, ces condensateurs sont polarisés.

Les caractéristiques principales d'un condensateur sont donc :

- sa capacité, exprimée en farads (F) ;
- sa tension d'isolement maximum exprimée en volts (V).

D'autres caractéristiques s'avèrent importantes, selon l'usage du composant, pour l'ingénieur en charge de la mise au point de son circuit ; le choix sera guidé par les objectifs prioritaires assignés à chaque condensateur :

- sa tenue et sa stabilité en température ;
- sa stabilité dans le temps ;
- sa tolérance ;
- sa résistance série parasite (ESR pour *Equivalent Serial Resistor*) ;
- son inductance série parasite, son comportement en fréquence…

Chaque type technologique a ses avantages et ses faiblesses ; tout choix étant un compromis permanent, il est impératif pour le dépanneur de remplacer un condensateur d'un type donné par un composant neuf de même technologie. Il faudra avant tout respecter sa valeur et sa tension d'isolement.

Au moins 90 % des condensateurs arrivant entre les mains du dépanneur sont électrochimiques : ils sont les moins fiables de tous et il faut les en excuser, car ils souffrent beaucoup en général (filtrage des tensions élevées). Quelquefois, il est nécessaire de remplacer des condensateurs de type plastique ou polyester (utilisés dans les alimentations) et subissant des fonctionnements en mode impulsionnel à fréquence moyenne et devant véhiculer des signaux de puissance (cas de certaines alimentations à découpage au design économique).

Je n'ai pour ma part jamais vu de condensateurs de faibles valeurs (céramique, par exemple) défaillir et être la cause de pannes, sauf dans les circuits à très haute tension comme les inverters alimentant le rétroéclairage néon des écrans plats. Les petits condensateurs (faibles valeurs et tensions de service faibles) sont très souvent des composants de type CMS et malheureusement leur marquage est rarement présent. On les distinguera des résistances par leur couleur (marron ou blanches, attention à ne pas confondre ces derniers avec certains fusibles CMS). Il existe des condensateurs électrochimiques CMS et des condensateurs de type « Capsule aluminium » qui sont eux aussi marqués.

Lors des dépannages, en respectant valeur et tension d'utilisation, vous pouvez temporairement remplacer un condensateur d'un type donné par un autre, mais sa fiabilité sera moindre ; le dépannage définitif devra être fait avec un condensateur de même technologie.

Les condensateurs électrochimiques sont toujours marqués et leur cathode (pôle négatif) repérée par une marque physique (anneau sur le corps cylindrique) ou par un trait de peinture ou indication du signe –. L'anode est rarement repérée ; elle est quelquefois par le signe +.



Ne pas respecter la polarité de connexion d'un condensateur électrochimique conduira toujours à la destruction, parfois sonore, de celui-ci. Une explosion risquant de provoquer de la fumée et des éclats dangereux pour les yeux !



Figure 9-10. **Condensateurs électrochimiques : diversité des tailles**



Figure 9-11. **Condensateurs électrochimiques axiaux courants**



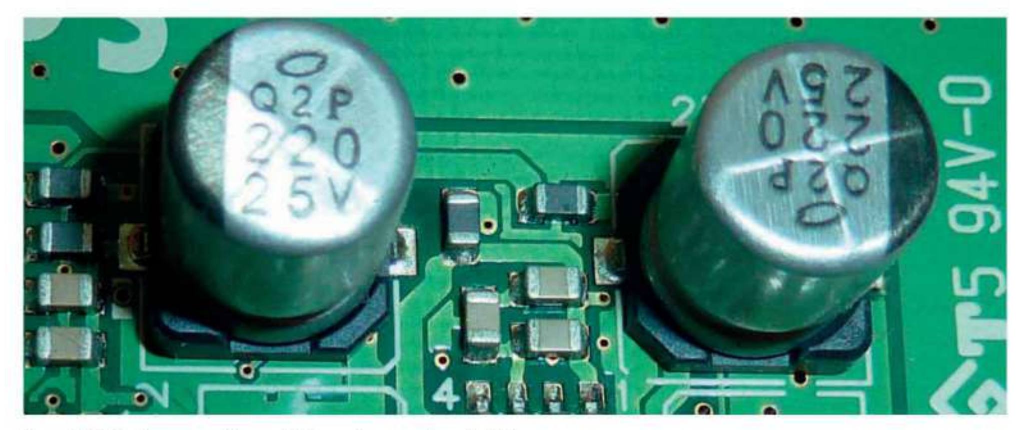


Figure 9-12. **Condensateurs électrochimiques de type « Capsule CMS »**

Figure 9-13. **Condensateurs CMS non polarisés**

Le dépanneur aura parfois besoin de déterminer la valeur d'un condensateur, surtout pour vérifier que celle-ci n'a pas trop dévié de sa valeur théorique, notamment dans le cas des condensateurs électrochimiques. Pour ces derniers, la connaissance de sa valeur ESR indiquera également sa qualité et son aptitude à assurer son rôle dans le filtrage des tensions d'alimentation des circuits.

Il existe des appareils assez coûteux permettant la mesure des condensateurs (ponts de mesure RLC, par exemple), mais aussi, pour un prix moindre, certains multimètres effectuant la mesure des valeurs dans une échelle limitée autorisant mal le contrôle des condensateurs de fortes valeurs, les plus souvent incriminés dans les pannes rencontrées. Le petit appareil permettant le contrôle des condensateurs, inductances, transistors diodes, etc., présenté dans le chapitre 2 sera d'une aide précieuse et suffisante pour le contrôle des condensateurs, cela pour un coût très abordable.

Le tableau 9-2 fournit l'ordre de grandeur des résistances internes des condensateurs électrochimiques. Les valeurs (en ohms Ω) ne sont pas critiques et peuvent fluctuer. Un grand écart de valeur (si elle est supérieure en particulier) indiquera un condensateur probablement de mauvais état ou qualité.

Tableau 9-2. **Valeurs typiques de la résistance interne des condensateurs électrochimiques (ESR)**

Tension/valeur	10 V	16 V	25 V	35 V	50 V	100 V	160 V	250 V
1 µF	N/A	N/A	N/A	N/A	5	7	10	14
2,2 µF	N/A	N/A	N/A	N/A	4	6	8	10
4,7 µF	N/A	N/A	3	3	3	4	4	3,5
10 µF	N/A	2	2	2	2	1,2	1,5	2,8
22 µF	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	0,66	1,1	1,2
47 µF	1,3	1,3	1,3	0,6	0,6	0,32	0,46	0,6
100 µF	1,3	0,6	0,6	0,33	0,33	0,16	0,24	0,3
220 µF	0,6	0,33	0,33	0,25	0,19	0,09	0,14	0,27
470 µF	0,33	0,25	0,19	0,14	0,09	0,06	N/A	N/A
1 000 µF	0,19	0,14	0,09	0,07	0,06	N/A	N/A	N/A
2 200 µF	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04	N/A	N/A	N/A
3 300 µF	0,07	0,06	0,05	0,04	N/A	N/A	N/A	N/A
4 700 µF	0,06	0,05	0,04	0,03	N/A	N/A	N/A	N/A
10 000 µF	0,04	0,03	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Bonne nouvelle !

Le remplacement de condensateurs CMS de faibles valeurs est très rare, car ces composants sont très fiables : l'absence de marquage ne devrait donc pas poser de problème au dépanneur.



Les inductances

Les inductances, parfois appelées « selfs », sont très nombreuses dans les appareils électroniques ; elles constituent, en association avec les condensateurs, les circuits oscillants et les filtres utilisés en télécommunication. Elles sont aussi largement utilisées dans les circuits des alimentations modernes comme circuits oscillants, filtres antiparasites, inductances générant des surtensions pour les circuits surélévateurs de tensions, etc.

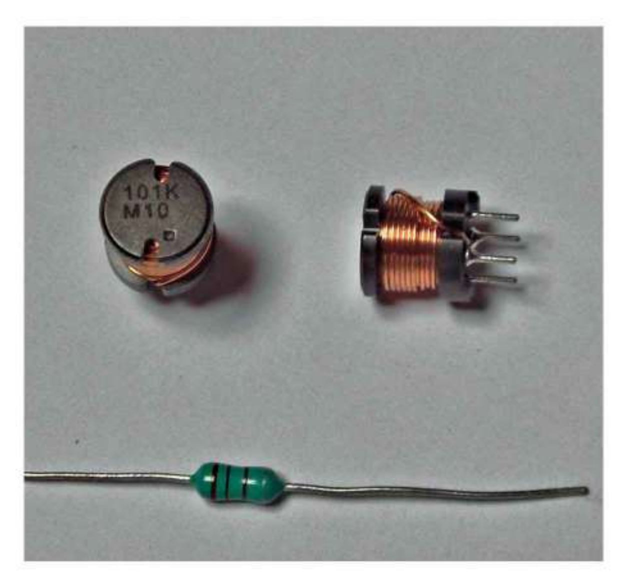


Figure 9-14. Quelques inductances miniatures

Je n'ai jamais eu à remplacer une inductance ; ces composants, très fiables, sont rarement impliqués dans des pannes. Elles peuvent être très petites sous la forme de résistance filaire de composant CMS ; mais elles peuvent également être très volumineuses, notamment dans le cas des filtrages des circuits d'alimentation. En fait, je rectifie, il m'est arrivé une seule fois de devoir remplacer une inductance de filtrage du circuit primaire d'une alimentation à découpage de téléviseur : son défaut était une rupture mécanique du fil émaillé soudé sur une de ses broches, probablement monté « trop serré » à la fabrication. Il s'est alors révélé plus simple de refaire la liaison en allongeant le fil à l'aide d'un morceau de fil de cuivre émaillé que de chercher une pièce neuve.



Figure 9-15. Quelques inductances de filtrage du primaire d'une alimentation

Il faut noter qu'à part les inductances de petites dimensions aux valeurs courantes faciles à trouver, la plupart des inductances utilisées dans les circuits de puissance sont très spécifiques et difficiles à se procurer. De plus, leurs caractéristiques sont la plupart du temps inconnues : seul le numéro de pièce du constructeur apparaît sur leur boîtier ou dans les schémas des appareils.

Pour le dépanneur, le seul problème sera de les reconnaître et surtout, dans la recherche des pannes, de comprendre leur rôle permettant une meilleure vérification du fonctionnement du circuit en cours d'analyse. On se contentera le plus souvent de vérifier qu'il n'y a pas coupure de l'inductance, dont la résistance mesurée à l'aide d'un ohmmètre doit être relativement faible, jamais élevée. Les caractéristiques principales d'une inductance sont :

- sa valeur exprimée en Henrys et ses sous-multiples ;
- son courant maximum de fonctionnement (pour éviter surchauffe et saturation magnétique) ;
- sa fréquence de fonctionnement maximale ;
- sa résistance interne.



Figure 9-16. **Autres inductances de filtrage**

Il existe des inductancemètres ou des « ponts RLC » (Résistance Inductance Capacité) mesurant des inductances ; à part pour satisfaire sa curiosité, le dépanneur n'aura pas besoin (en ce qui concerne les inductances) de tels appareils ; sachez de plus que certains multimètres moins coûteux permettent cette mesure.

Le petit appareil permettant le contrôle des condensateurs, inductances, transistors diodes, etc., présenté dans le chapitre 2 sera d'une aide précieuse et suffisante pour le contrôle des inductances, bien qu'en général un ohmmètre qui vérifie la continuité de l'enroulement d'une inductance soit suffisant.

Inductances couplées

Certains circuits de filtrage, notamment au niveau des circuits primaires des alimentations à découpage, utilisent des inductances couplées qui se présentent comme un transformateur à deux enroulements identiques. Ces composants intercalés dans les deux fils d'alimentation du secteur électrique agissent comme un filtre « différentiel » permettant une élimination efficace des parasites générés copieusement par les circuits de découpage des alimentations afin de répondre aux normes actuelles sévères en matière de limitation des perturbations électriques générées par les appareils modernes.

Les transformateurs

Ils sont aussi vieux que le monde de l'électricité, mais toujours très largement utilisés dans les appareils modernes. On était habitué, dans le passé, à avoir des appareils utilisant des circuits d'alimentation conventionnels possédant la chaîne suivante :

- prise de courant ;
- fusible de protection ;
- transformateur abaisseur (appareils à transistors) ou élévateurs de tensions ;
- redresseur (conversion courant alternatif en courant continu) ;
- filtrage (inductance et condensateurs électrochimiques).

Ces alimentations sont maintenant presque révolues en raison de leur faible rendement énergétique (leur échauffement en est la conséquence). Elles étaient également source d'encombrement et de poids dans les appareils, notamment en raison de l'imposante constitution de leurs transformateurs opérant à la fréquence du secteur électrique de 50 (ou 60) Hz.

Afin de pallier leurs nombreux inconvénients, les ingénieurs ont imaginé les alimentations à découpage bien plus économiques en énergie, bien plus légères et… bien plus difficiles à réparer ! C'est dans ces alimentations, qu'elles soient internes à l'appareil ou sous forme d'un bloc secteur externe qu'on retrouvera la plupart des transformateurs. On les trouvera également dans les circuits inverter alimentant le rétroéclairage des écrans LCD modernes.

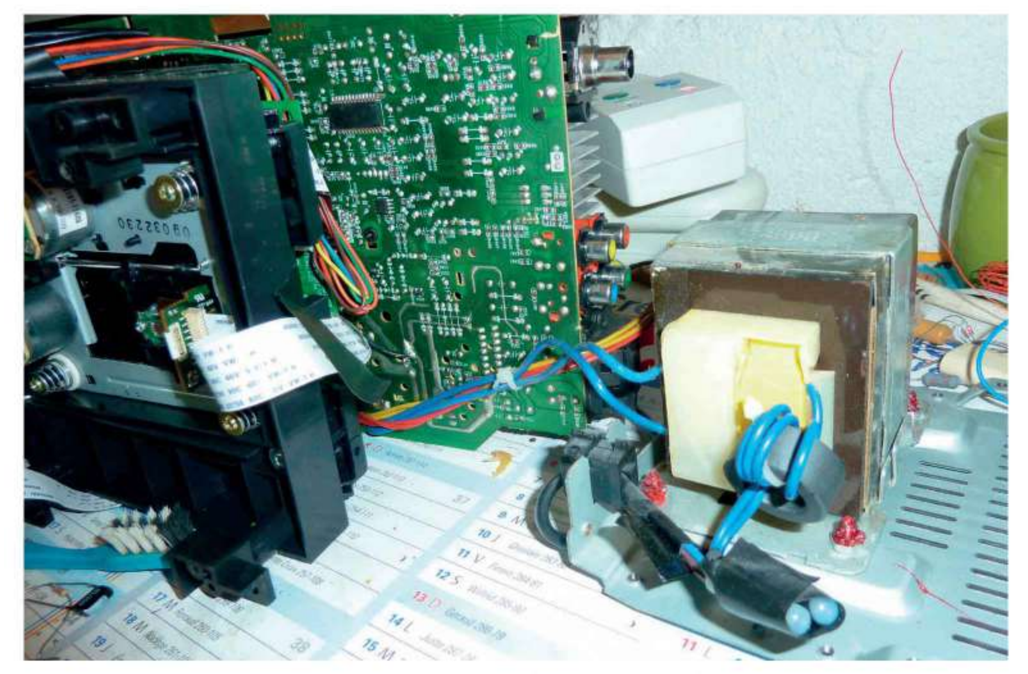


Figure 9-17. **Chaîne hi-fi avec transformateur d'alimentation conventionnel (pas à découpage)**



Figure 9-18. **Transformateur d'une alimentation à découpage**

On peut signaler aussi leur présence dans les circuits amplificateurs audio de conception classique ou de très haut de gamme (à tubes électroniques), les circuits de balayage des téléviseurs ou moniteurs vidéo à tubes cathodiques, les fours à micro-ondes et bien d'autres appareils électroménagers.

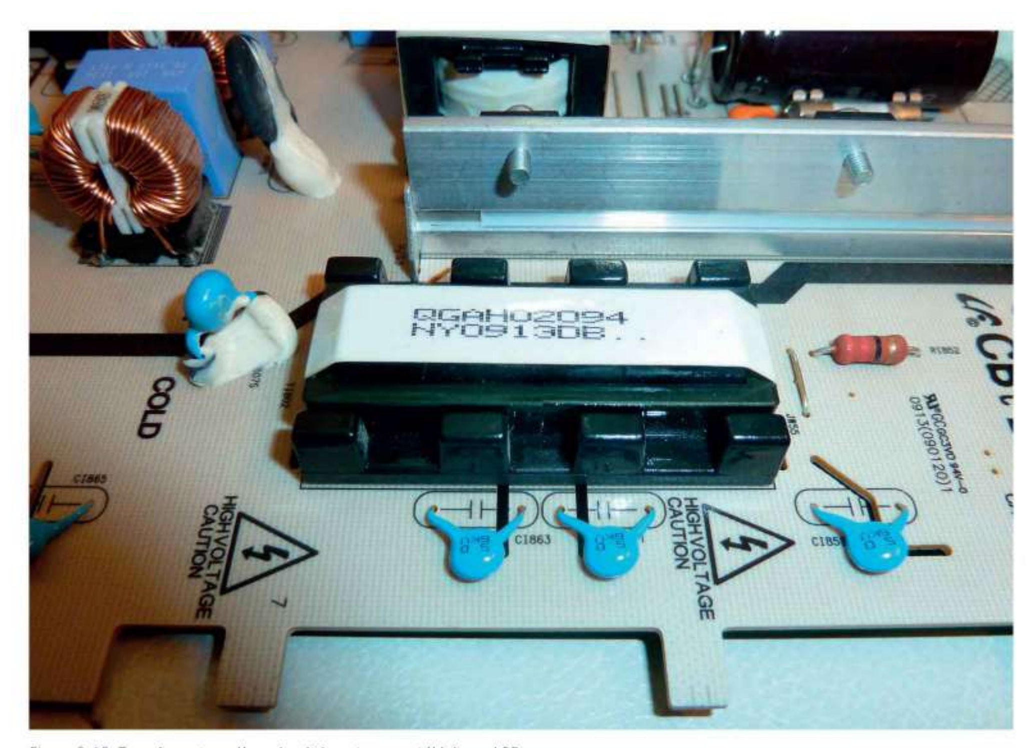


Figure 9-19. **Transformateur d'un circuit inverter pour téléviseur LCD**

Un bon dépanneur trouvera en magasins spécialisés les transformateurs des alimentations classiques en basse tension, mais la plupart des transformateurs sont des composants spécifiques difficiles à dénicher. Il faut prendre le temps de mener une recherche sur Internet d'après leur numéro de pièce (presque toujours inscrit dessus).

De par leur taille réduite (ils opèrent à des fréquences élevées permettant de réduire la taille de leur noyau magnétique), la puissance qu'ils véhiculent (plusieurs centaines de watts dans les téléviseurs plasma et LCD) ou les tensions élevées qu'ils produisent (circuits inverter alimentant les rétroéclairages des écrans LCD), ils sont soumis à des contraintes importantes et sont donc rendus fragiles. Leur défectuosité n'est donc pas rare mais ne constitue pas (et de loin !) la majeure partie des causes des pannes. Leur vérification est simple… mais inefficace dans certains cas ! En effet, comme pour les inductances, on pourra rapidement vérifier la continuité de leurs enroulements à l'aide d'un ohmmètre. Malheureusement, la valeur de résistance interne d'un transformateur variant de quelques dixièmes d'Ω à plusieurs kΩ, le contrôle est peu fiable (à part en cas de coupure franche).

Un transformateur sera souvent défectueux pour les raisons suivantes :

- coupure d'un enroulement (seul cas facile à déterminer) ;
- carbonisation interne créant des pertes ou un contact néfaste ou même dangereux entre enroulements (rarement facile à détecter si ce n'est pas visuel) ;
- court-circuit entre spires d'un même enroulement (indétectable facilement sauf en comparant avec un transformateur identique).

L'idéal est de se munir d'un transformateur identique dont on est sûr et de comparer la mesure des valeurs de ses résistances et inductances d'enroulements. Mais à vrai dire, si on a la chance de posséder le même transformateur, il est plus rapide (mais moins satisfaisant pour la compréhension) de remplacer le soupçonné par l'autre et d'en rester là si le circuit se remet à fonctionner.

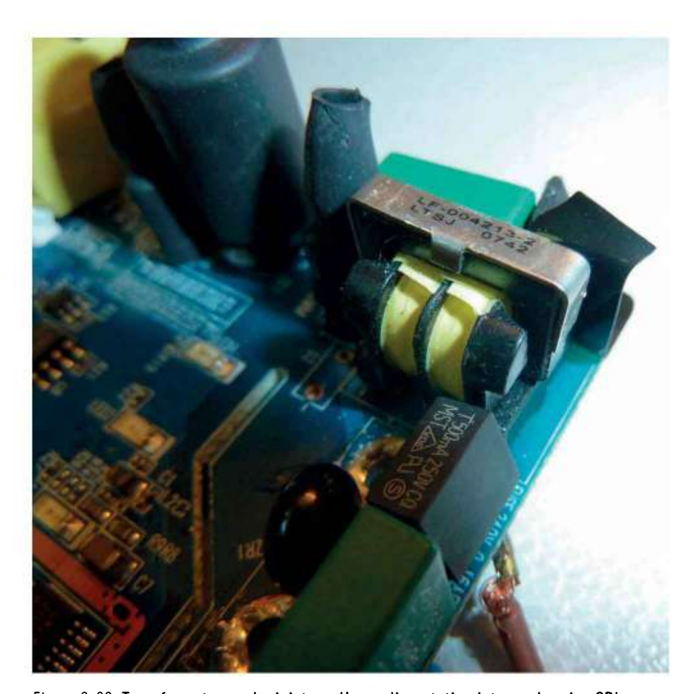


Figure 9-20. **Transformateur subminiature d'une alimentation interne de prise CPL**

Notez que les transformateurs utilisés dans les circuits d'alimentation du rétroéclairage des écrans LCD figurent souvent en plusieurs exemplaires identiques dans le même appareil. Leur contrôle comparatif au niveau de leurs résistances d'enroulements sera un atout précieux, un écart de quelques pourcents étant seul acceptable. Encore faut-il disposer d'un multimètre capable de mesurer correctement les faibles valeurs de résistance ohmique pour contrôler le circuit primaire de ces transformateurs ; mais le plus souvent, c'est au niveau du secondaire (de l'ordre du kΩ) que se produisent les coupures ou courts-circuits partiels.

Le marquage des transformateurs est limité à leur numéro de référence pour les transformateurs spécifiques, le marquage des transformateurs conventionnels indique parfois les tensions des enroulements et les puissances ou intensités à respecter.

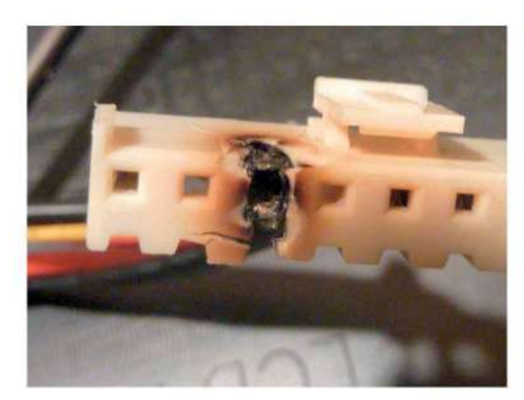


Ne confondez pas transformateur et autotransformateur !

Dans le cas des alimentations conventionnelles ou dans tous les cas d'utilisation directe d'un transformateur sur le réseau d'alimentation électrique public, ne confondez pas transformateur et autotransformateur. **Un autotransformateur ne permet pas l'isolement entre le primaire et le secondaire**. Bien souvent, des autotransformateurs sont vendus sous l'appellation « transformateur ». Ils sont plus petits à puissance égale car l'enroulement primaire est commun au primaire et au secondaire. Attention à ne pas tomber dans le piège, en particulier dans la recherche d'un transformateur d'isolement pour votre espace de travail.

Les connecteurs

Pourquoi consacrer une section aux connecteurs ? Devoir changer un connecteur est en effet très rare, et le réparer ou réparer ses liaisons filaires reste un cas très marginal si on prend quelques précautions dans leurs manipulations. Mais il se peut bien en revanche que l'oxydation des contacts rende nécessaire un bon nettoyage afin de rétablir un contact électrique défectueux. Parfois, un contact oxydé ou mal serré provoquera un échauffement, détruisant tout ou partie d'un connecteur. En ce cas, vous devrez réparer la connexion ou, si cela n'est pas possible, souder la liaison directement bien que cela rende le démontage futur moins aisé.



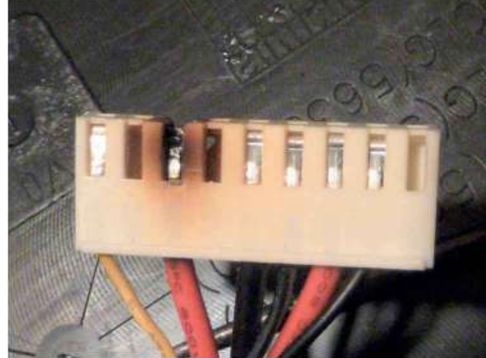


Figure 9-21. **Connecteur femelle à contacts carrés ayant surchauffé (connexion alimentation de téléviseur)**

Les connecteurs ne sont pas faits pour être souvent retirés puis réinsérés, mais pour permettre le changement d'une platine ou d'un sous-ensemble. Dans le cas de la recherche d'une panne, on sera souvent amené à démonter une carte de circuit imprimé pour l'examiner, la tester et changer certains de ses éléments.

Il y a de nombreux éléments mécaniquement fragiles dans les appareils modernes ; le connecteur est l'un d'eux. Certains sont très miniaturisés (connecteur d'un écran LCD de smartphone par exemple) et doivent être manipulés avec méticulosité, notamment lors de leur retrait ou du retrait des câbles y aboutissant, mais aussi lors de leur reconnexion.

Sachez que la réparation d'un connecteur est très délicate – parfois impossible – et trouver un connecteur neuf relève de l'exploit tant leur diversité est grande. Il existe une telle quantité de connecteurs qu'il est vain de vouloir tous vous les présenter. On peut les classer selon les trois catégories suivantes :

- connecteurs mâles et femelles possédant des broches de connexion ;
- connecteurs mâles et femelles possédant des languettes de connexion plates ;

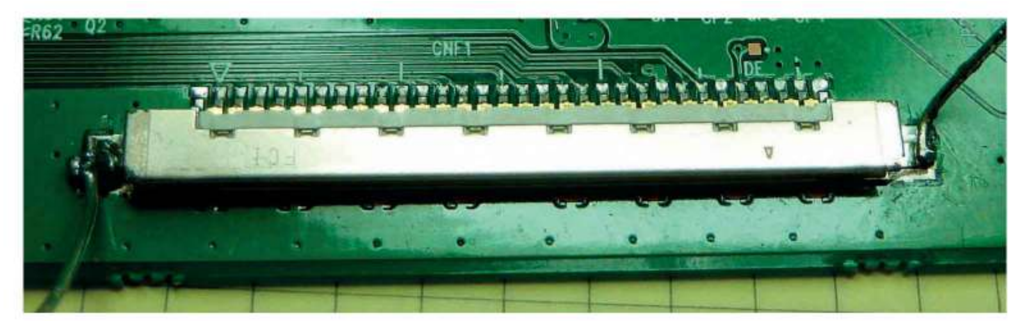


Figure 9-22. **Connecteur femelle à languettes plates (connexion de signaux LVDS de téléviseur)**

- connecteurs femelles pour câbles plats, la partie mâle étant constituée par le câble lui-même dont l'extrémité est étamée ou dorée.



Figure 9-23. **Connexion par câble plat (dalle écran LCD)**

Certains connecteurs possèdent un verrouillage, d'autres n'en ont pas. C'est un de leurs éléments fragiles lorsqu'il est présent.

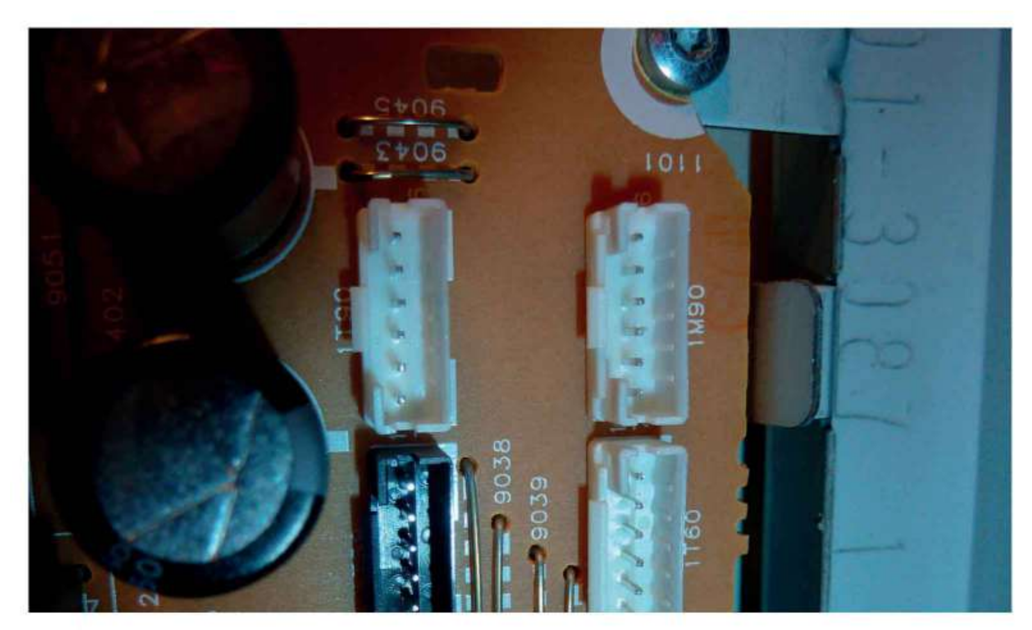


Figure 9-24. **Connecteurs avec verrouillage latéral**

Les systèmes de verrouillage sont parfois apparents et ne posent pas de problème, hélas il en va différemment pour les connecteurs miniaturisés et les connecteurs de câbles plats. Certains n'ont aucun verrouillage, d'autres ont un clapet s'ouvrant à 90° par une charnière en soulevant le clapet, d'autres encore ont une sorte de petit tiroir qu'on doit tirer dans le sens du câble avant d'extraire celui-ci…

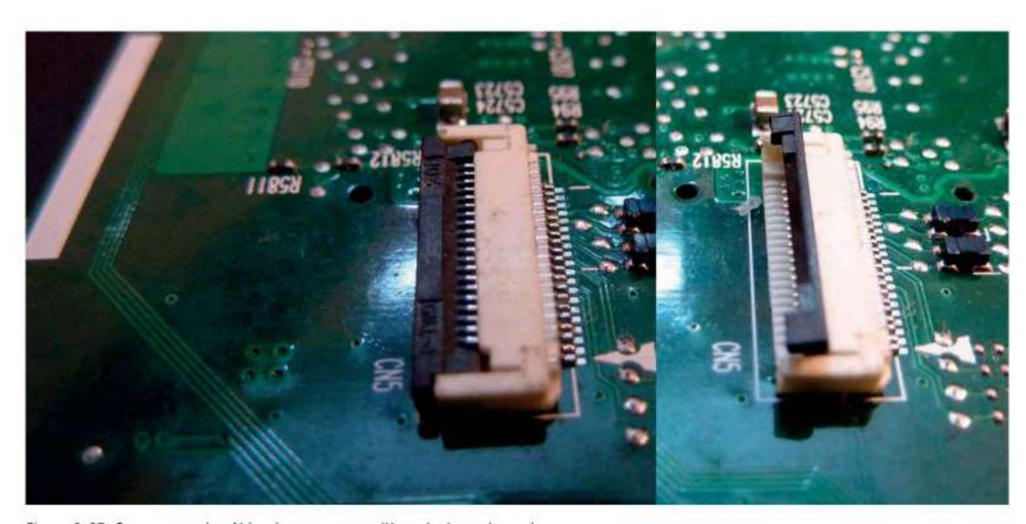


Figure 9-25. **Connecteur de câble plat avec verrouillage à clapet basculant**

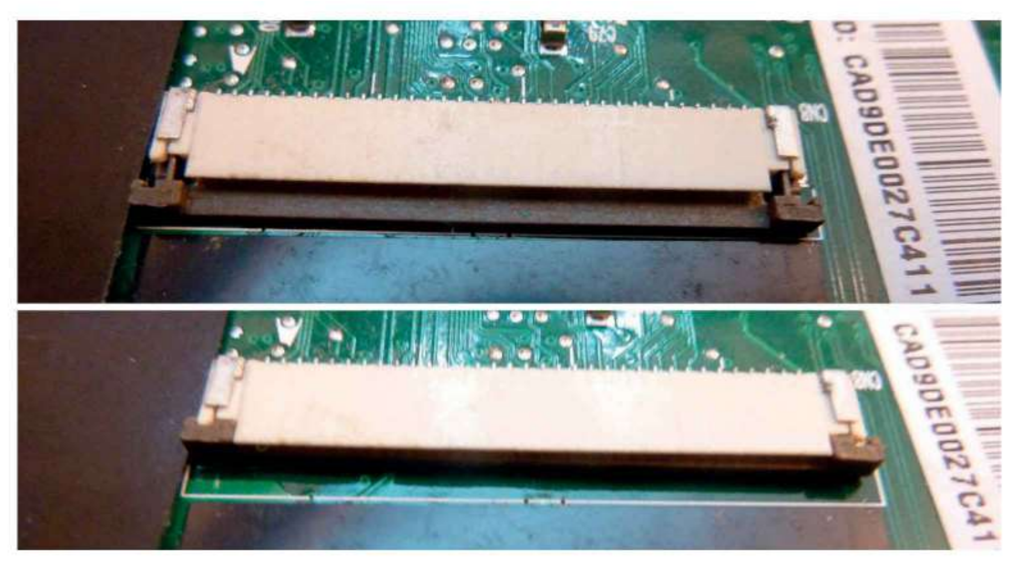


Figure 9-26. **Connecteur de câble plat avec verrouillage à tirer**

Soulignons que, bien souvent, les câbles plats faisant office de connecteur sont munis d'une languette en plastique qui permet d'éviter de les plier lors de leur insertion ou de les rompre lors de leur retrait. L'utilisation d'une pince plate pour maintenir cette languette est par ailleurs souvent utile.



Figure 9-27. **Connecteur de câble plat avec languette de manipulation**

Attention à ne pas forcer !

La manipulation des connecteurs doit se faire sans forcer. Les dispositifs de verrouillage, s'ils existent, doivent être mis ou maintenus en position de déverrouillage avant d'extraire le connecteur de son socle. Par ailleurs, ne tentez pas d'extraire un connecteur en formant un angle par rapport à la direction d'insertion. Il en va de la vie du connecteur qui, s'il est détérioré, sera toujours très difficile, voire impossible à remplacer ou à réparer.

La figure 9-28 montre un connecteur LVDS qui a été cassé par un dépanneur maladroit lors du remontage, puis réparé à l'aide de colle mélangée à du sable très fin pour redonner de la solidité au connecteur. La réparation n'est certes pas très esthétique mais efficace, ce qui est l'essentiel.

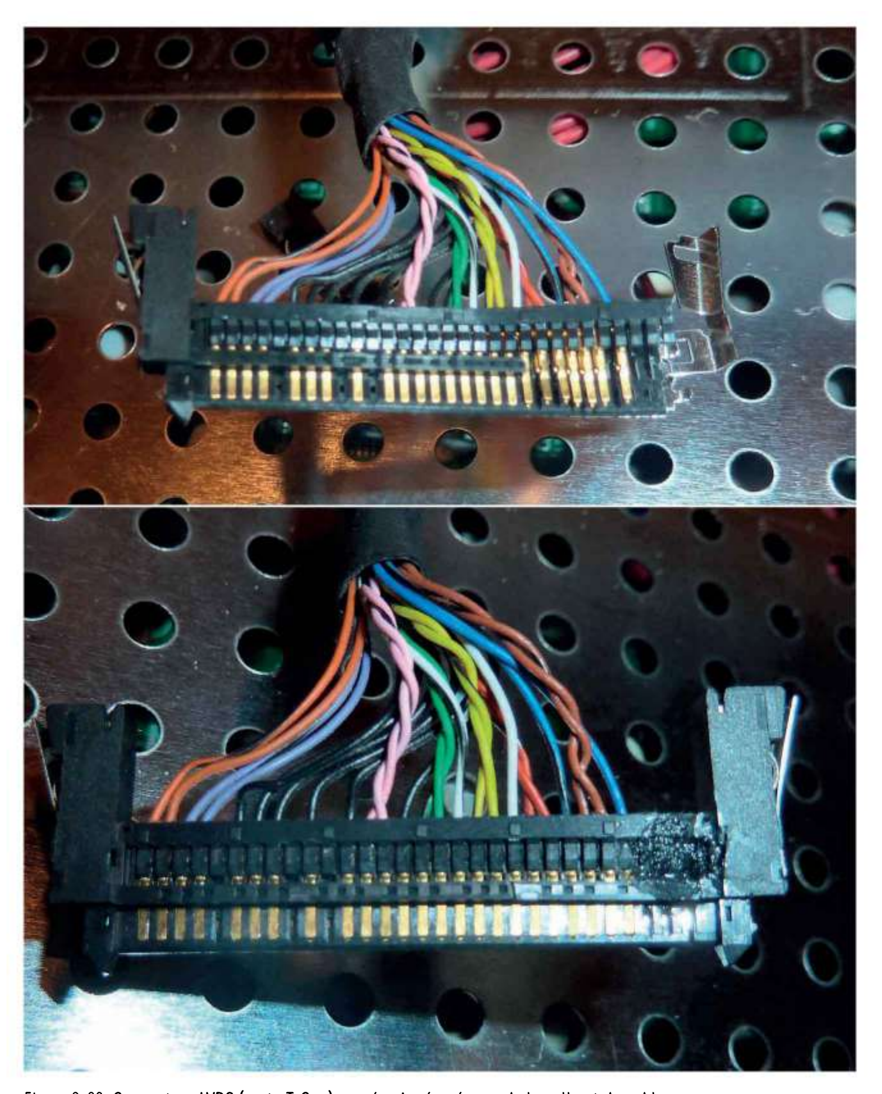


Figure 9-28. **Connecteur LVDS (carte T-Con) cassé puis réparé avec de la colle et du sable**

Les diodes

La diversité des diodes actuelles est très importante, aussi il convient de distinguer les grandes catégories suivantes.

LES DIODES DE DIFFÉRENTES PUISSANCES

Les diodes de faible puissance sont notamment :

- les diodes standards au silicium ou au germanium (plutôt anciennes) ;
- les diodes à pointes (très rapides, utilisées en détection HF et UHF) ;
- les diodes Schottky (elles remplacent les diodes au germanium) rapides et à tension directe faible, elles sont utilisées en protection et redressement ou détection de signaux ;
- les diodes varicap (se comportent comme un condensateur variable) utilisées dans les circuits d'accord de réception (tuners) ;
- les diodes Zener dont on se sert pour la régulation de tension ou la protection en surtension des signaux ;
- les diodes électroluminescentes (LED) ;
- les photodiodes.

Les diodes de moyenne et forte puissance sont :

- les diodes standards au silicium ;
- les diodes Schottky rapides et à tension directe faible, elles sont utilisées en protection et redressement ou détection de signaux ;
- les diodes Zener (servent pour la régulation de tension ou la protection en surtension des signaux) ;
- les diodes électroluminescentes (LED).

Peu de circuits se servent de diodes dont les caractéristiques sont très importantes au fonctionnement ; toutefois, celles qu'il faut prendre en compte dépendent du type d'utilisation de chaque diode. Ainsi, pour une diode utilisée en redresseur de courant, la tension, le courant maximal et la puissance dissipée seront les critères principaux. La rapidité aussi peut être quelquefois un critère important, dans les alimentations à découpage par exemple, tout comme la tension directe conditionne la puissance dissipée par la diode.

Attention au remplacement d'une diode

Si une diode spéciale ou une diode rapide est utilisée, il y a au moins une bonne raison pour cela. Ainsi, remplacer une diode d'un type particulier (Schottky ou diode pin...) par une diode ordinaire conduira souvent à des déboires de fonctionnement ou à des problèmes de fiabilité.

Il est parfois difficile de se procurer la diode exacte lors de l'achat d'un composant à remplacer ; aussi il faudra être prudent dans le choix selon le rôle joué par la diode.



CARACTÉRISTIQUES D'UNE DIODE

En excluant les diodes Zener et les LED, les caractéristiques principales d'une diode sont :

- la tension en mode passant pour une intensité donnée ;
- l'intensité nominale de fonctionnement ;
- la pente caractéristique en sens passant (définissant la résistance dynamique) ;
- la tension inverse maximale ;
- l'intensité maximale en sens passant ;
- la puissance maximale dissipée ;
- la température maximale de fonctionnement ;
- la résistance thermique (capacité à évacuer la chaleur par le boîtier) ;
- la fréquence maximale de fonctionnement ;
- le temps de recouvrement (temps de passage de l'état passant à l'état bloqué) ;
- la capacité parasite.

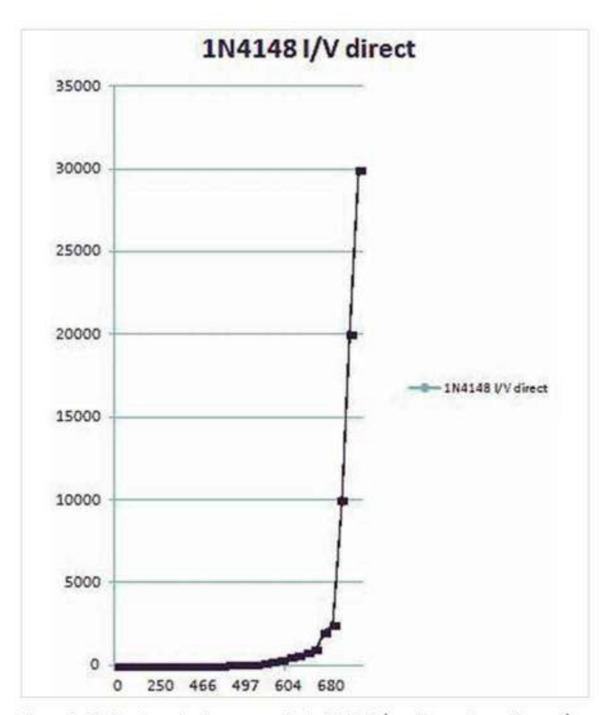


Figure 9-29. Courbe relevée sur une diode 1N4148 (axe X en mV, axe Y en µA)

Chaque critère est à considérer avec attention en fonction du type de circuit et du rôle de la diode.

Les principales défaillances à signaler concernent les diodes de moyenne ou forte puissance utilisées en redressement de tension et les diodes Zener (notamment lorsqu'elles servent de protection contre les surtensions). Les diodes sont souvent des victimes et non des coupables dans les pannes rencontrées ; en effet, elles sont souvent détruites par répercussion de la défaillance d'un autre composant du circuit.

Il n'est pas rare cependant de voir des circuits de puissance utilisant des diodes aux caractéristiques trop « justes » : cela mène certes à une économie de fabrication, mais aussi à des problèmes de fiabilité. Certaines diodes de puissance ont la nécessité d'être montées sur un radiateur dissipant la chaleur. S'il est constaté le fort échauffement d'une diode, il sera bon de refaire correctement sa fixation à son radiateur (nettoyage et remplacement de la couche de pâte thermique, serrage correct de la fixation). Pour des raisons de maintenance préventive, il pourra être judicieux de la remplacer.

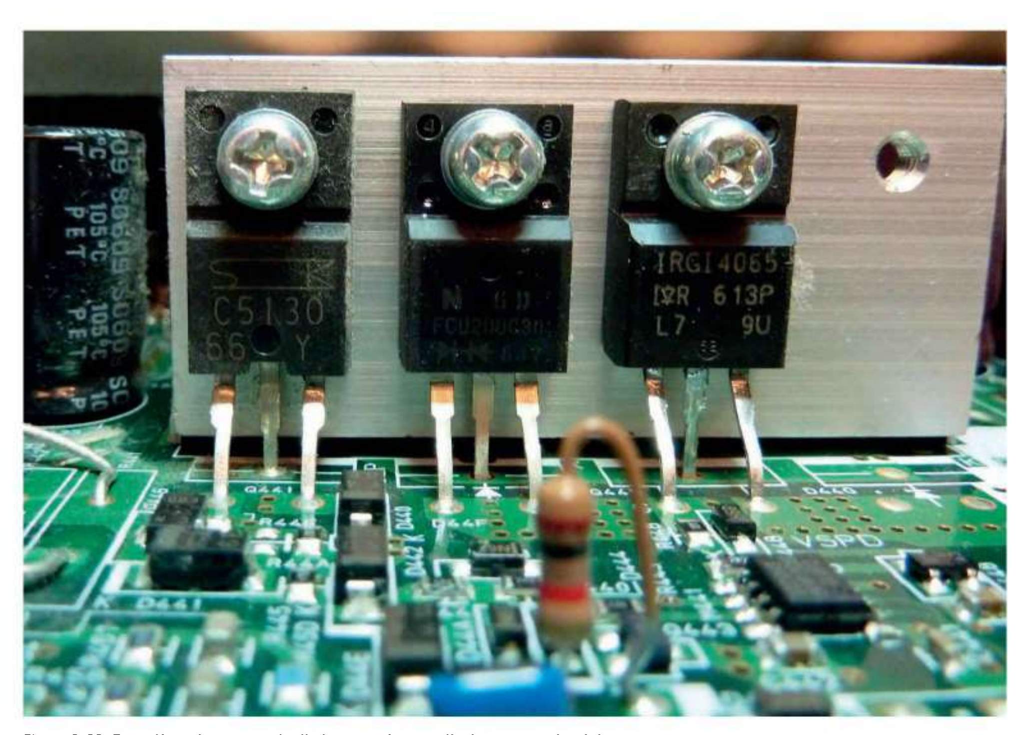


Figure 9-30. En arrière-plan, ponts de diodes montées sur dissipateur en aluminium

En cas de défaillance d'une de ces diodes, utilisez une diode au comportement thermique identique ou supérieur et assurez-vous de son montage correct sur le dissipateur. Si, lors de la recherche d'une panne, une diode est trouvée en court-circuit, posez-vous la question de la validité de ses caractéristiques (courant, tension et puissance mais aussi résistance thermique) et choisissez-en peut-être une plus robuste en remplacement.

En ce qui concerne les diodes électroluminescentes (LED), ce qui compte est la tension et le courant de fonctionnement dont dépendent la luminosité, et bien entendu la couleur. On aura rarement à s'interroger si une LED servant d'indicateur lumineux ou de voyant de contrôle est défaillante : on choisira en remplacement la même taille et la même couleur, en respectant naturellement la polarité

lors du branchement de la LED. Attention, il est hasardeux de remplacer une LED rouge, jaune ou verte par une LED bleue ou blanche, ces dernières ayant une tension de fonctionnement plus élevée, les circuits ne fournissant pas toujours une tension suffisante à leur fonctionnement.

Si la LED à remplacer fait partie d'un appareil d'éclairage, les caractéristiques de la LED doivent être respectées pour maintenir un bon fonctionnement, surtout si les LED sont montées en série.

LES DIODES ZENER

En ce qui concerne les diodes Zener, les remarques énoncées précédemment pour les diodes classiques sont à prendre en compte. Toutefois, fonctionnant le plus souvent en courant continu, les caractéristiques à prendre en considération sont peu nombreuses :

- tension nominale de régulation ;
- intensité nominale de fonctionnement ;
- pente caractéristique en mode régulation (définissant la résistance dynamique) ;
- intensité maximale à ne pas dépasser ;
- puissance maximale dissipée ;
- température maximale de fonctionnement ;
- résistance thermique (capacité à évacuer la chaleur par le boîtier).

Rappelons-nous qu'une diode Zener fonctionne en mode non passant, la cathode étant donc reliée au pôle positif de la source d'alimentation.

Attention, fragile !

Les diodes Zener sont souvent soumises à des contraintes électriques les amenant à chauffer ou à absorber des pointes de tension ou courant et sont donc fragiles. Respectez bien l'intensité en fonctionnement et la puissance dissipée admissible et ne négligez pas le refroidissement dans certains cas.

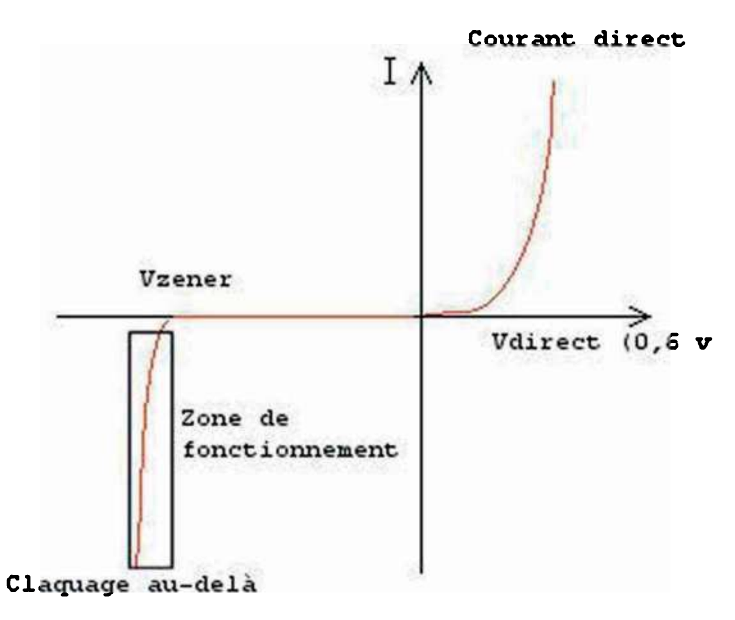


Figure 9-31. Courbe caractéristique d'une diode Zener

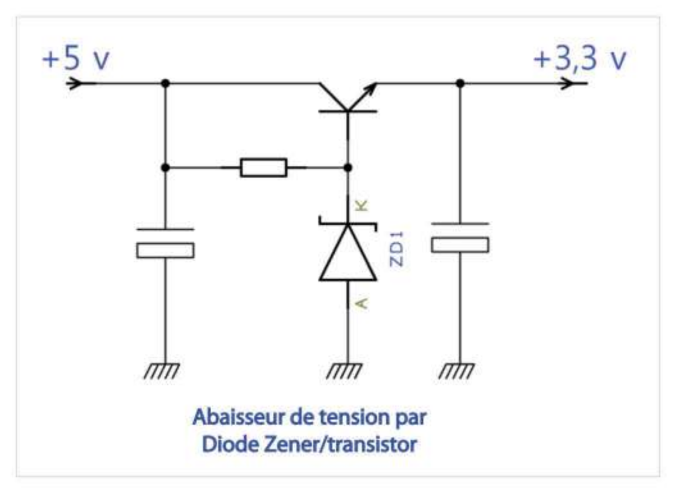


Figure 9-32. Utilisation d'une diode Zener dans un régulateur abaisseur de tension simple

Les transistors

LES TRANSISTORS BIPOLAIRES

Également appelés transistors à jonction, il en existe des milliers dont les premiers sont apparus au milieu des années 1950 sur des appareils grand public. Adolescent au début des années 1960, je me souviens avoir acheté mon premier OC71, avec mon argent de poche de plusieurs semaines, pour permettre à mon poste à galène d'alors (en fait, une diode germanium avait déjà remplacé la galène) de délivrer un signal amplifié à mes écouteurs. Quel confort alors ! Inventé en 1947, le transistor a d'abord été utilisé (au niveau grand public) dans les radiorécepteurs permettant miniaturisation et autonomie : l'ère de la radio portative naissait ! Les premières tentatives d'utilisation des tubes électroniques ont souffert de leur fragilité, de leur faible autonomie électrique et surtout du prix exorbitant des batteries alors nécessaires à leur fonctionnement. On était loin des lecteurs MP3 de nos adolescents ! Ils ont donc petit à petit supplanté les tubes électroniques, qui ne sont aujourd'hui plus guère utilisés dans les appareils grand public mis à part les amplificateurs hi-fi de très haute gamme qui gardent leurs fidèles amateurs.

Toujours très usités de nos jours, les transistors bipolaires ont néanmoins été largement supplantés par les transistors à effet de champ (FET), puis leur variante MOSFET, qui présentent l'énorme intérêt de consommer peu d'énergie, donc de moins chauffer et donc d'être plus fiables. Il n'existe maintenant quasiment aucune application de type grand public qui ne puisse faire appel aux transistors à effet de champ.

Les circuits intégrés sont pour la plupart réalisés en technologie FET/MOSFET, les mémoires comme les circuits hautes fréquences, de décodage ou de puissance. Cependant, au niveau des composants discrets, ils sont encore nombreux dans nos appareils et pourront se révéler être la cause de pannes diverses.

Deux types principaux existent : les jonctions PNP et les jonctions NPN. Aucune n'a *a priori* la suprématie sur l'autre, tout dépend du contexte.

Il existe aussi des transistors spécifiques (unijonction par exemple) mais je ne les ai jamais retrouvés dans les appareils grand public.

Distinguez bien les différences au niveau des matériaux utilisés : soit le germanium, soit le silicium. Tout comme pour les diodes, le germanium, bien qu'en voie de disparition depuis l'apparition de la technologie FET, reste intéressant dès lors qu'on souhaite une faible tension de saturation collecteur-émetteur et une plus faible tension de commande base-émetteur. Cela se justifie parfois dans les circuits de réception où de très faibles signaux sont manipulés. Respectez donc le remplacement d'un transistor au germanium par un transistor au germanium, un transistor au silicium pouvant se révéler incapable de couvrir le besoin.

Pour le reste, il y a peu à dire sur les transistors quant à leur dépannage ; ils sont facilement contrôlables à l'aide d'un multimètre ou d'un contrôleur de composants et sont caractérisés par :

- une tension d'utilisation maximale ;
- un courant et puissance maximal et en fonctionnement continu ;
- un gain en courant ;
- une température maximale de la jonction ;

- une résistance thermique (capacité à être refroidi) ;
- un boîtier.

Tenez bien compte de ces caractéristiques, ainsi que de la tension en mode saturé, souvent importante pour respecter les conditions de refroidissement et la puissance transmises dans les applications de commutation.

Une autre particularité importante est la faculté de dissiper la puissance calorifique et la façon de le faire. Certains transistors de mêmes caractéristiques ont des boîtiers ne permettant pas la dissipation de la chaleur dans les mêmes conditions et donc leur puissance maximale en fonctionnement continu pourra être différente. Cette puissance maximale dépendra également de la façon dont le composant sera monté (avec ou sans refroidisseur et capacité d'évacuation de la chaleur par le système de refroidissement à ventilation ou non, etc.). Ce point devra être analysé avec précaution lors du remplacement d'un transistor par un autre de boîtier différent.

Notez également que certains transistors sont montés en configuration « Darlington » dans un même boîtier : il s'agit souvent de l'association de deux transistors connus qu'on pourra substituer par l'association de deux transistors individuels.

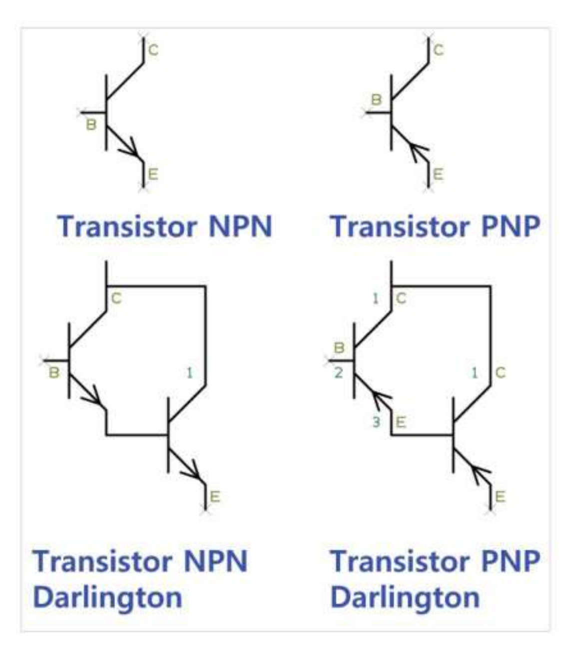


Figure 9-33. Symboles des transistors bipolaires

LES TRANSISTORS À EFFET DE CHAMP

Plusieurs types de transistors à effet de champ (FET en anglais) sont utilisés dans les appareils modernes, remplaçant en grande partie les transistors à jonction (ou bipolaires), en raison de leurs caractéristiques très intéressantes et de leur faible consommation d'énergie comparativement aux transistors bipolaires.



Les principaux sont :

- les transistors JFET *(Jonction Field Effect Transistor)*, les plus anciens ;
- les transistors MOSFET *(Metal Oxyde Field Effect Transistor)* de type à « appauvrissement » (*Depletion* en anglais) ;
- les transistors MOSFET *(Metal Oxyde Field Effect Transistor)* de type à « enrichissement » (*Enhancement* en anglais) ;
- les transistors bipolaires à grille isolée (IGBT pour *Isolated Gate Bipolar Transistor* en anglais).

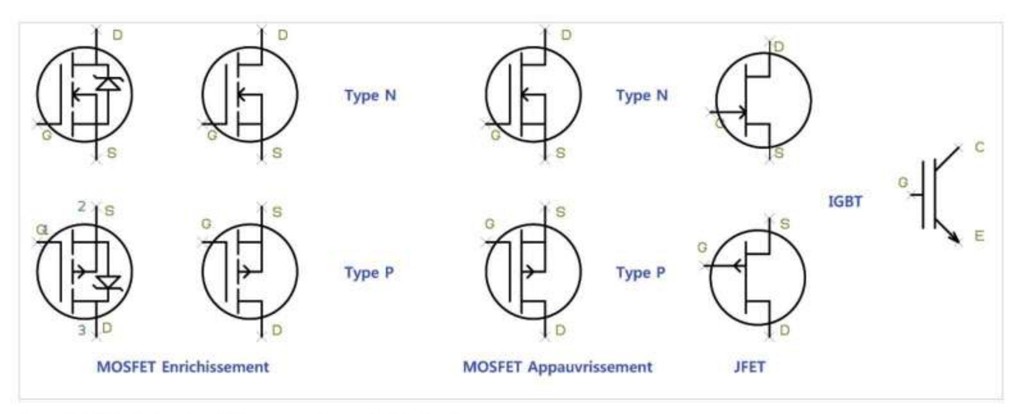


Figure 9-34. Symboles des différents transistors à effet de champ

Les transistors FET ou MOSFET se déclinent en type canal P ou canal N. Le JFET type P doit avoir son drain à un potentiel inférieur à sa « source » et la grille à un potentiel nul pour qu'il conduise et à un potentiel supérieur à sa source pour qu'il se bloque. Le JFET type N doit avoir son drain à un potentiel supérieur à sa source et la grille à un potentiel nul pour qu'il conduise et à un potentiel inférieur à sa source pour qu'il se bloque. On le compare aisément à un tube électronique Triode (pour ceux qui connaissent). Les MOSFET à « appauvrissement » peuvent se comparer aux JFET dans leur comportement ; leur grille étant isolée, ils ont cependant des caractéristiques différentes au niveau de la tension applicable à la grille.

Le MOSFET type P doit avoir son drain à un potentiel inférieur à sa source et la grille à un potentiel inférieur à sa source pour qu'il conduise. La grille doit être à un potentiel nul ou positif par rapport à la source pour qu'il soit bloqué. Le MOSFET type N doit avoir son drain à un potentiel supérieur à sa source et la grille à un potentiel supérieur à sa source pour qu'il conduise. La grille doit être à un potentiel nul ou négatif par rapport à la source pour qu'il soit bloqué.



Les transistors MOSFET de commutation comportent souvent une diode Schottky de protection située entre source et drain et destinée à absorber les pointes de tension inverses qui pourraient détruire le transistor.

Un transistor IGBT combine les avantages d'un MOSFET et d'un transistor bipolaire. Sa grille ne nécessite pas de courant (contrairement à la base d'un transistor bipolaire), sa tension de saturation est très faible. On peut le comparer rapidement à un transistor MOSFET type P. Ils sont surtout utilisés dans les étages de puissance des téléviseurs plasma. Les caractéristiques importantes pour les transistors FET et MOSFET sont :

- le type ;
- la tension maximale de service ;
- l'intensité maximale de service ;
- l'intensité nominale de service ;
- le gain ;
- la résistance ohmique en mode saturé (MOSFET) ;
- la puissance maximale dissipée ;
- la présence ou l'absence de diode de protection.

Dans le cadre des utilisations courantes des transistors MOSFET, c'est-à-dire en commutation, ces caractéristiques doivent être respectées ou meilleures lors d'un remplacement ou si un transistor chauffe trop. De même, les conditions du refroidissement doivent être respectées ou adaptées en cas de changement de modèle ou de boîtier lors d'un remplacement. Les exemples d'utilisation de ces transistors sont largement illustrés dans les différents chapitres de cet ouvrage.

Les circuits intégrés

Dresser une liste exhaustive des différents circuits intégrés qu'on peut rencontrer est impossible : ils se comptent par milliers, des plus simples (association de transistors ou de diodes par exemple) aux plus complexes (microprocesseur ou processeur d'image par exemple). Sachez que leurs caractéristiques sont le plus souvent telles qu'elles ne permettent pas un remplacement par un autre type, à part pour les types simples (association de composants ou amplificateurs opérationnels par exemple) qui pourront parfois être substitués par un modèle approchant. Les circuits intégrés, en revanche, sont souvent déclinés en plusieurs types de boîtiers (à broches traversantes ou CMS, par exemple).

De même, sous différentes appellations, les circuits sont fréquemment fabriqués par différents « fondeurs » et, étant équivalents, ils pourront être considérés indifféremment.

Leurs caractéristiques sont en général facilement trouvées sous forme de *datasheet* ou feuilles de caractéristiques dans les sites spécialisés. Certains circuits restent néanmoins peu ou pas documentés en raison de problèmes de confidentialité. Ce n'est hélas pas uniquement le cas des circuits très complexes dont le remplacement ne saurait être à la portée du dépanneur amateur.

Vous trouverez parfois des schémas d'appareils utilisant ces circuits, ce qui vous aidera à la compréhension du fonctionnement et dans la recherche des pannes.



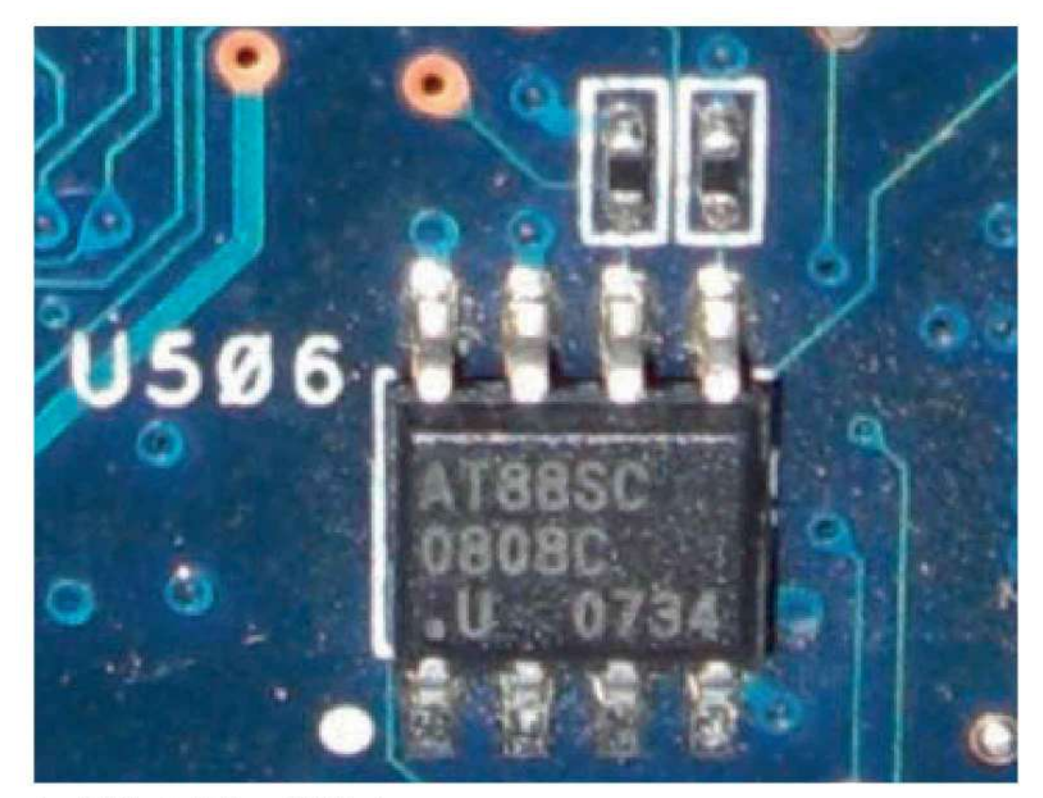


Figure 9-35. **Circuit intégré de type CMS à 8 broches**

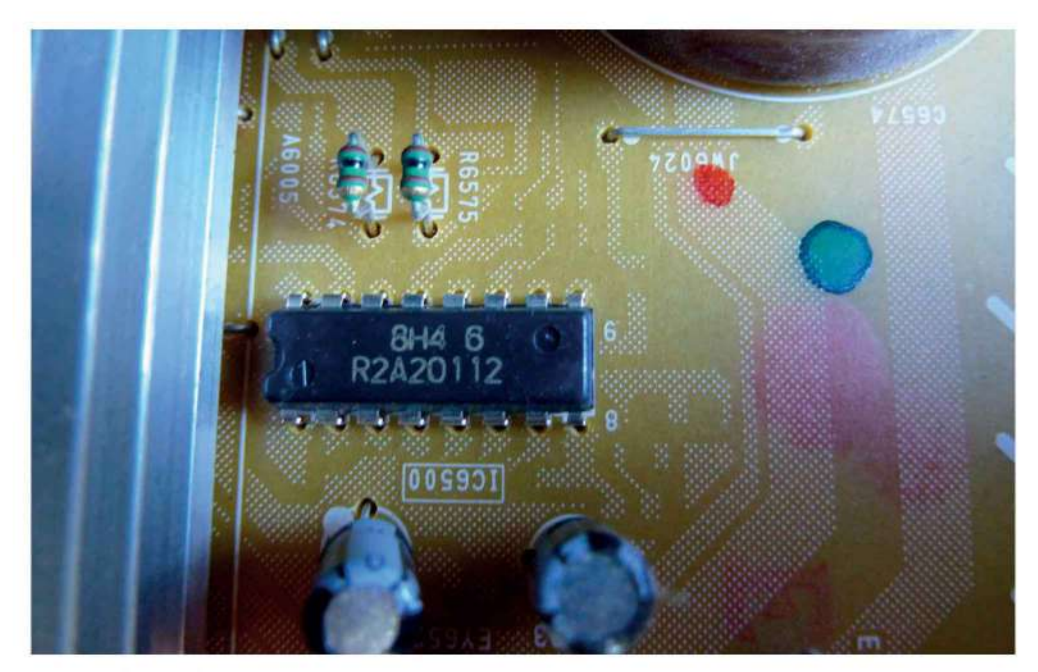


Figure 9-36. **Circuit intégré traversant type DIP16**

Les autres composants

LES QUARTZ

Les quartz sont des éléments qu'on retrouve dans tous les appareils mettant en jeu des circuits digitaux. Ils sont en général marqués directement sur leur boîtier mais en plus de quarante années de dépannage, je n'ai jamais rencontré un quartz défaillant si ce n'est par casse, quand un appareil a subi un choc important qui en général ne permet pas sa réparation.

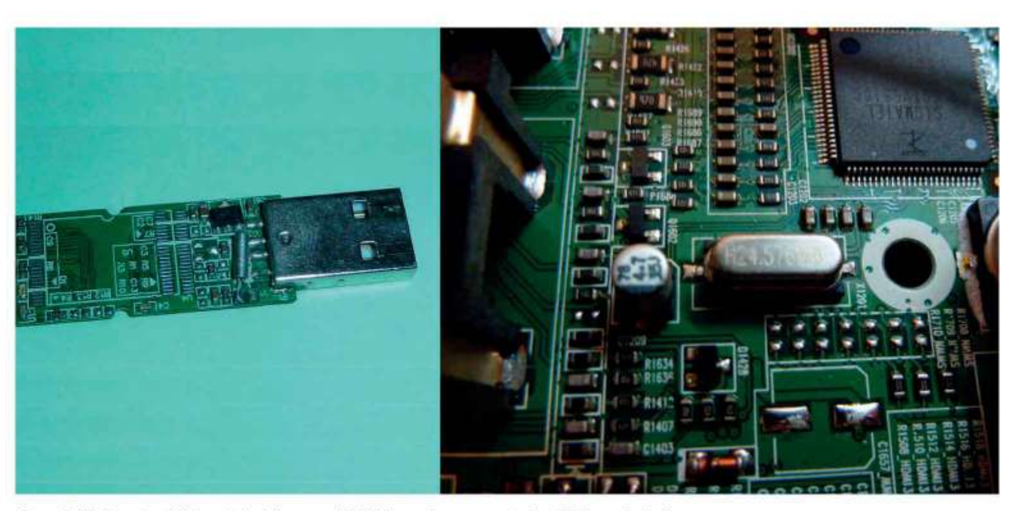


Figure 9-37. Quartz miniature tubulaire sur clé USB à gauche, sur carte de téléviseur à droite

LES RELAIS

En raison des problèmes qu'ils présentent parfois, les relais se doivent d'être mentionnés. Si l'un d'eux est hors service, il faut le remplacer, mais cela n'est pas toujours facile. Trouver un strict équivalent électrique et mécanique (format, encombrement et disposition des broches de contact) est souvent difficile et, si on peut disposer d'un peu de place, le mieux sera de substituer le relais défaillant par un autre électriquement compatible en le montant en « volant » dans l'appareil.

En fait, les types de relais sont nombreux, et on utilise rarement l'ensemble des variétés de relais en électronique. Vous serez amené néanmoins à remplacer un relais d'un type particulier par un relais de même type. Restons-en cependant au type de relais courant, c'est-à-dire constitué d'une bobine d'excitation et d'un ou plusieurs contacts. Vous en trouverez dans les alimentations de certains appareils, dans les amplificateurs hi-fi de puissance où ils assurent la mise en sécurité de l'appareil en cas de défaillance ou surchauffe.

Deux types de défaillances peuvent parfois être réparées en ouvrant le relais (c'est souvent assez facile à l'aide d'un cutter). Si l'enroulement de commande est coupé, c'est souvent par tension mécanique du fil relié à la broche de sortie qu'il suffira de ressouder.

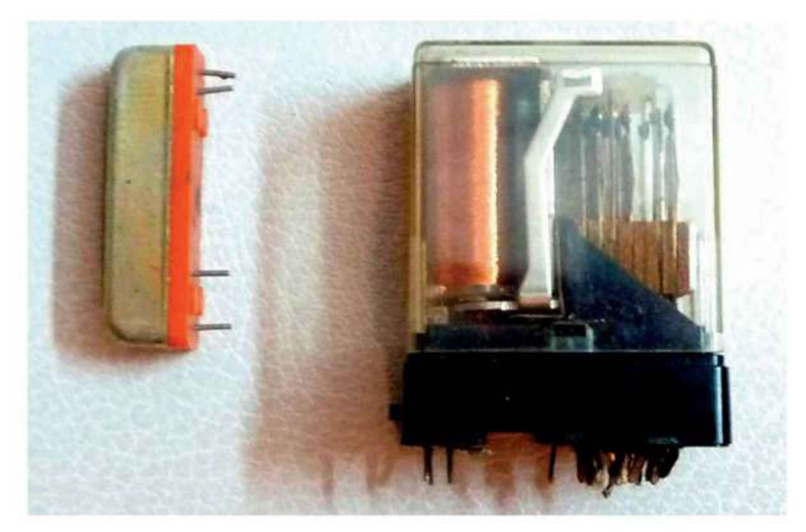
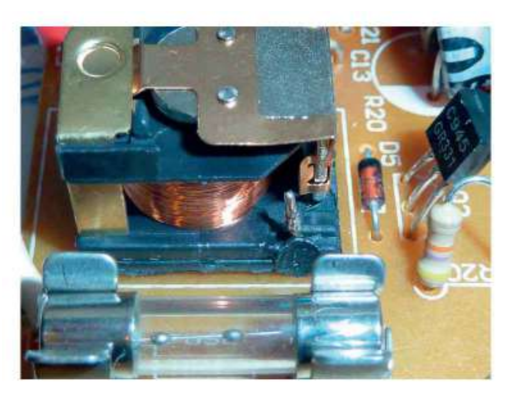


Figure 9-38. Relais standards



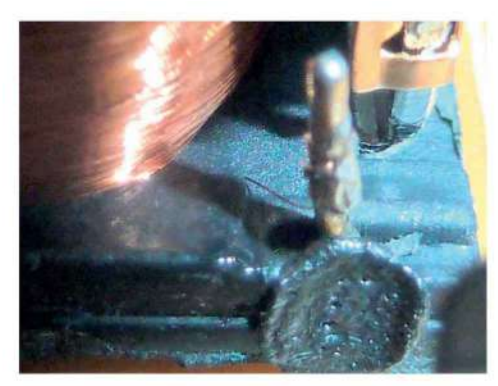


Figure 9-39. Relais avec capot retiré, réparation de la connexion soudée

Si les contacts ne se font pas bien, un nettoyage soigné à l'aide d'un liquide de nettoyage des contacts, un resserrement de ceux-ci, éventuellement le passage d'une toile émeri ultrafine entre les contacts pourra rétablir le fonctionnement et éviter un remplacement. On prendra soin de remonter le capot protecteur précédemment extrait à l'aide d'un cutter ; il évite les poussières et l'oxydation des contacts. Ce type de réparation ne prendra pas beaucoup de temps et évitera de longues recherches d'un équivalent. Un relais se caractérise de la façon suivante :

- tension et courant de la bobine d'excitation, à respecter impérativement pour ne pas surcharger le circuit de contrôle ;
- nombre et genre des contacts :
  - contacts repos « R » ou « NC » ;
  - contact travail (relais excité) « T » ou « NO » ;
  - contact inverseur « R/T » (on aura par exemple un relais 2RT 1NO 2NC).
- intensité et tension maximales de coupure des contacts.

Il existe également des relais dits « statiques », c'est-à-dire des composants semi-conducteurs assurant une commutation. Très rares dans les appareils électroniques, on en trouve plutôt dans les appareils de puissance ne faisant pas partie de l'électronique grand public.

LES ANTENNES

Des antennes télescopiques de différentes dimensions existent chez les revendeurs de pièces détachées. On remplacera ainsi une antenne cassée sans difficulté.



Figure 9-40. **Antenne télescopique de récepteur radio portatif**

COURROIES ET GALETS

Il existe des centaines de types de courroies différentes destinées aux appareils électroniques, ainsi qu'un grand nombre de galets presseurs : on les trouve dans les lecteurs CD/DVD, dans les lecteurs de cassettes, voire dans les platines pour disques vinyle et les magnétoscopes.



Figure 9-41. **Courroies et élastiques**

Les courroies se trouvent assez facilement chez les revendeurs de pièces détachées tant leurs défaillances sont nombreuses, dues en général à l'assèchement du caoutchouc qui se détend ou devient lisse et « n'accroche » plus sur sa poulie. Les galets étant toujours spécifiques à un appareil, ils se trouvent parfois dans des kits de remise en état d'appareils.

Il suffit parfois de nettoyer les courroies et les parties caoutchoutées des galets avec un peu d'alcool, ainsi que la gorge de la poulie ou de l'axe qu'ils entraînent, pour remettre en état, au moins temporairement, un appareil. Les courroies se caractérisent par la forme et les dimensions de la section de la courroie, ainsi que par leur diamètre (diamètre du cercle qu'elles forment au repos). Il existe des courroies rondes, plates, carrées… On pourra parfois remplacer les courroies carrées (les plus courantes dans les appareils CD/DVD) par des élastiques de bonnes dimensions et en caoutchouc. Évitez le faux caoutchouc qui sèche vite et rend la réparation très peu durable.



LES POTENTIOMÈTRES

La variété de potentiomètres est très importante, ils deviennent de moins en moins présents sur les appareils modernes, remplacés par les circuits électroniques de réglage. Ils se caractérisent ainsi :

- forme et dimensions ;
- valeur et courbe de variation ;
- type (bobiné ou piste carbone, avec ou sans interrupteur, linéaire ou rotatif…).



Figure 9-42. **Potentiomètres rotatifs**

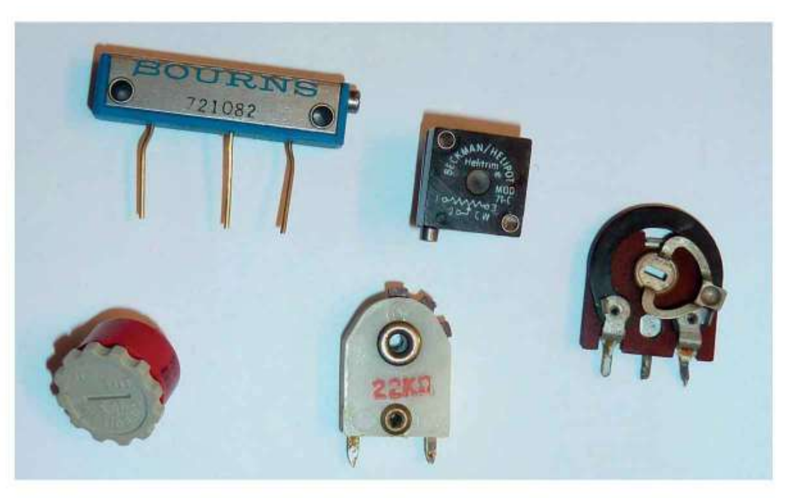


Figure 9-43. **Potentiomètres ajustables**

En remplacement, les caractéristiques ne sont pas très critiques, c'est surtout l'aspect mécanique qui déterminera la faisabilité de l'opération. Il est en général assez facile de se les procurer en magasin, leur remise en état devant se limiter au nettoyage du contact curseur-piste à l'aide d'un produit de nettoyage de contacts, en bombe, pour réparer un phénomène de crachement lors de la manipu-

lation. Il existe également des potentiomètres ajustables mono ou multitours utilisés pour les ajustements de certains circuits (tension, vitesse moteur, luminosité, etc.). Ils sont quasiment inexistants dans les appareils grand public, étant plutôt réservés aux appareils de mesure ou de précision.

LES CONDENSATEURS AJUSTABLES ET VARIABLES

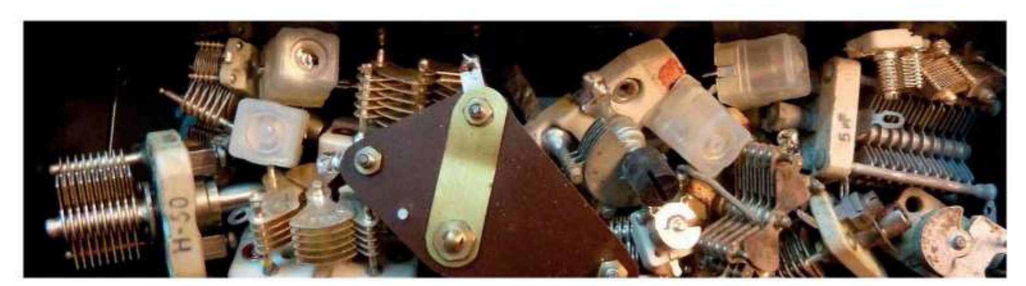


Figure 9-44. **Condensateurs ajustables divers anciens**

Les condensateurs ajustables se trouvent dans les circuits d'accord des récepteurs, ils sont rarement défectueux. Parfois néanmoins, un rivet ou une vis assurant le maintien des deux parties en place oblige leur réparation ou changement.

Ils ne sont quasiment jamais clairement marqués mais l'éventail des valeurs n'étant pas très large, leur remplacement est aisé. Leur forme et leur taille obligera parfois à les monter en dehors du circuit en minimisant au maximum la longueur des connexions.

Les condensateurs variables sont de moins en moins utilisés dans les appareils modernes, rarement trouvables en pièces de remplacement ; on devra le plus souvent les rénover (isolation des parties fixe et mobile, remise en état du contact oxydé de la partie mobile, etc.). Tout cela n'est pas très difficile et efficace.

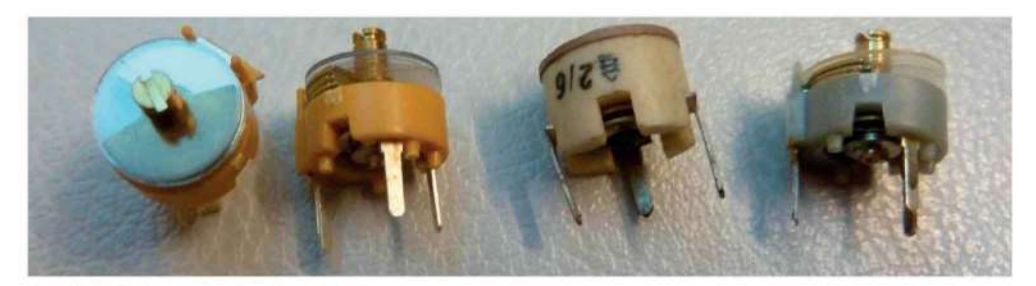


Figure 9-45. **Condensateurs ajustables miniatures**



Figure 9-46. **Condensateur variable muni de condensateurs ajustables (miniradio)**

Si un condensateur variable est réellement irréparable, son remplacement est presque irréalisable en raison de problèmes mécaniques essentiellement : il faudra beaucoup de chance pour trouver un appareil hors service sur lequel prélever un composant adaptable voire identique...

PHOTODIODES ET OPTOCOUPLEURS



Figure 9-47. **Optocoupleur en boîtier DIL 4 broches**

Les photodiodes sont utilisées dans les circuits récepteurs de télécommande infrarouge ou dans les capteurs de lumière permettant un ajustement de la luminosité d'un téléviseur à l'ambiance lumineuse de la pièce. Les coupleurs photoélectriques servent très souvent dans les alimentations à découpage pour faire le lien entre les parties HOT et COLD dans les circuits de contrôle et régulation ; leur mise en cause est très rare.

Le marquage de ces composants étant en général assez clair, il sera facile de se les procurer. Dans le cas contraire, leurs caractéristiques étant peu contraignantes dans les montages courants, il est en général facile de trouver un équivalent correct.

LES HAUT-PARLEURS

Les haut-parleurs sont des composants fragiles notamment en raison de leur sensibilité à la poussière (surtout métallique comme la limaille de fer) qui peut se loger dans l'entrefer de l'aimant, du dessèchement de la membrane mobile et de la mousse qui permet le maintien de la membrane sur le corps du haut-parleur. Un haut-parleur se caractérise par :

- sa forme et ses dimensions ;
- sa bande passante audio ;
- son impédance caractéristique ;
- sa puissance maximale admissible.



Figure 9-48. **Quelques haut-parleurs courants et une enceinte hi-fi**

Un haut-parleur pourra souvent être réparé, mais le remplacer sera parfois difficile en raison de la diversité des modèles existants, surtout au niveau des caractéristiques mécaniques.

On pourra toujours y parvenir moyennant de légers ajustements du haut-parleur lui-même ou de son logement dans la carcasse de l'appareil. Il est essentiel cependant de respecter une parfaite étanchéité à l'air entre le haut-parleur et son logement. Dans le cas contraire, les sons graves seront atténués, rendant l'appareil déséquilibré s'il s'agit d'un appareil stéréophonique. Vous pourrez réparer un haut-parleur dans les cas suivants :

- présence de poussières dans l'entrefer. On démontera délicatement le dôme de protection au centre de la membrane afin de retirer les poussières. Il faudra bien évidemment recoller le dôme protecteur ;
- coupure d'une liaison membrane à la cosse de connexion du haut-parleur : le fil utilisé est très souple et se coupe souvent ; on tentera une soudure ou, dans le cas de haut-parleurs de faible puissance, on le remplacera par un fil



Figure 9-49. **Vue des connexions d'une membrane**



émaillé spiralé pour éviter les vibrations et le rendre souple. Cela est difficile dans le cas des haut-parleurs de puissance en raison du courant parcourant la connexion ;

- membrane percée ou désolidarisée de la carcasse. Recoller la membrane ou son pourtour sera aisé si son état n'est pas catastrophique. Pour les puristes, membranes et pourtours en mousse se trouvent sur Internet. Le prix et la difficulté de la réparation réservent ce type d'intervention aux haut-parleurs onéreux et de très haute qualité.



Figure 9-50. **Réparation d'une membrane en mousse : pose des premiers points de collage**

Il sera difficile de recentrer une membrane afin d'isoler mécaniquement la bobine mobile de l'entrefer. Une bobine mobile coupée est irréparable, à moins de changer la membrane obligeant un démontage de la bobine mobile qui pourra alors être rembobinée en fil émaillé si elle n'est pas présente sur la membrane de remplacement.

Pour les appareils grand public courants, étant donné le faible prix des haut-parleurs neufs, la facilité de se les procurer et malgré les difficultés d'adaptation à contourner, la réparation restera néanmoins réservée aux cas faciles mentionnés précédemment.

VARISTANCES, THERMISTANCES, TRIACS...

Ces composants étant rarement employés ou mis en cause dans les pannes des appareils grand public, on se contentera de les remplacer par un équivalent. Le dépanneur devra estimer si les caractéristiques sont critiques dans le choix du remplaçant. En cas d'absence de marquage, c'est souvent en étudiant le schéma de l'appareil ou d'un appareil similaire qu'on pourra déterminer les caractéristiques du composant.

CHAPITRE 10

CONTRÔLER LES COMPOSANTS

Savoir contrôler l'état d'un composant est indispensable : si cela se voit parfois, un composant défectueux semblera la plupart du temps identique à son voisin en parfait état.

Dans ce chapitre, le contrôle des composants de base (résistances et condensateurs) ne va pas être rappelé, puisqu'un simple multimètre permet de l'effectuer rapidement. En revanche, nous allons aborder la vérification des composants plus complexes, en particulier les composants semi-conducteurs et quelques circuits intégrés.

Dans le chapitre 2, il a été mentionné le testeur de composants permettant la vérification des résistances, condensateurs, inductances, diodes et transistors. Bien que nous allons passer en revue d'autres méthodes de contrôle des composants, ce testeur est vivement recommandé et son rapport prix/service rendu le place en tête des priorités d'acquisition de l'électronicien amateur.



Figure 10-1. Contrôle d'un transistor NPN à l'aide du testeur

Lors de l'utilisation de ce testeur ou d'un multimètre pour mesurer un condensateur, vous devez vous assurer que le composant est bien totalement déchargé. Une tension continue peut en effet fausser les résultats, ou détruire l'appareil de mesure, voire être dangereuse pour le dépanneur.

Les méthodes de contrôle

Selon le composant à contrôler, l'appareil, et le circuit auquel il appartient, la vérification pourra se faire soit avec le composant en place, l'appareil étant sous tension ou non, soit avec le composant dessoudé. D'une manière générale, le contrôle des composants complexes ne pourra s'effectuer que sous tension. C'est le cas bien entendu des circuits intégrés dont on vérifiera le fonctionnement. Il serait en effet trop complexe, coûteux et chronophage de reproduire les circuits de test souvent décrits dans les feuilles de caractéristiques pour vérifier le bon état d'un circuit intégré.

Attention cependant au contrôle des composants lorsque l'appareil est sous tension : il nécessite de prendre les précautions de sécurité d'usage, mais aussi afin d'éviter de provoquer des courts-circuits entre différents points du circuit lors de l'utilisation des sondes de mesure. Les pointes de touche des multimètres étant souvent de dimensions imposantes face à la miniaturisation actuelle des circuits imprimés, pour la mesure des tensions, l'utilisation d'un oscilloscope muni de sondes de mesure à pointe fine évitera bien des déboires. La mesure ne sera certes pas précise mais largement suffisante dans le cadre d'un dépannage.

La vérification des résistances et condensateurs devra se faire impérativement hors tension ou mieux, une fois le composant dessoudé.

Une vérification hors tension d'un composant en place donnera souvent des résultats incorrects mais peut faire gagner du temps. En cas de doute, il sera sage de dessouder le composant pour le vérifier. Toutefois, dans certains cas, la vérification d'une diode ou d'un transistor pourra se faire en conservant le composant en place. Cette possibilité dépend du circuit dans lequel se trouve la diode ou le transistor. C'est en examinant le schéma qu'on pourra déterminer si la mesure ne risque pas d'être perturbée par les composants environnants, cette vérification pouvant alors se faire.

Lors de la prise de mesure dans la partie reliée au secteur d'une alimentation à découpage (« HOT »), rappelez-vous bien que la masse de cette partie est en fait différente de la masse générale de l'appareil qui est reliée à la terre. Utiliser un oscilloscope dont la masse est reliée à la terre (par sécurité) dans cette partie devra impérativement se faire en alimentant l'appareil sous contrôle au travers d'un transformateur d'isolement qui, rendant la partie « HOT » de l'alimentation indépendante du secteur électrique, permettra de relier la masse de l'oscilloscope à la masse de l'alimentation. Il est donc *fortement recommandé*, pour des raisons de sécurité, d'utiliser un transformateur d'isolement et de maintenir la liaison de la masse de l'oscilloscope à la prise de terre !



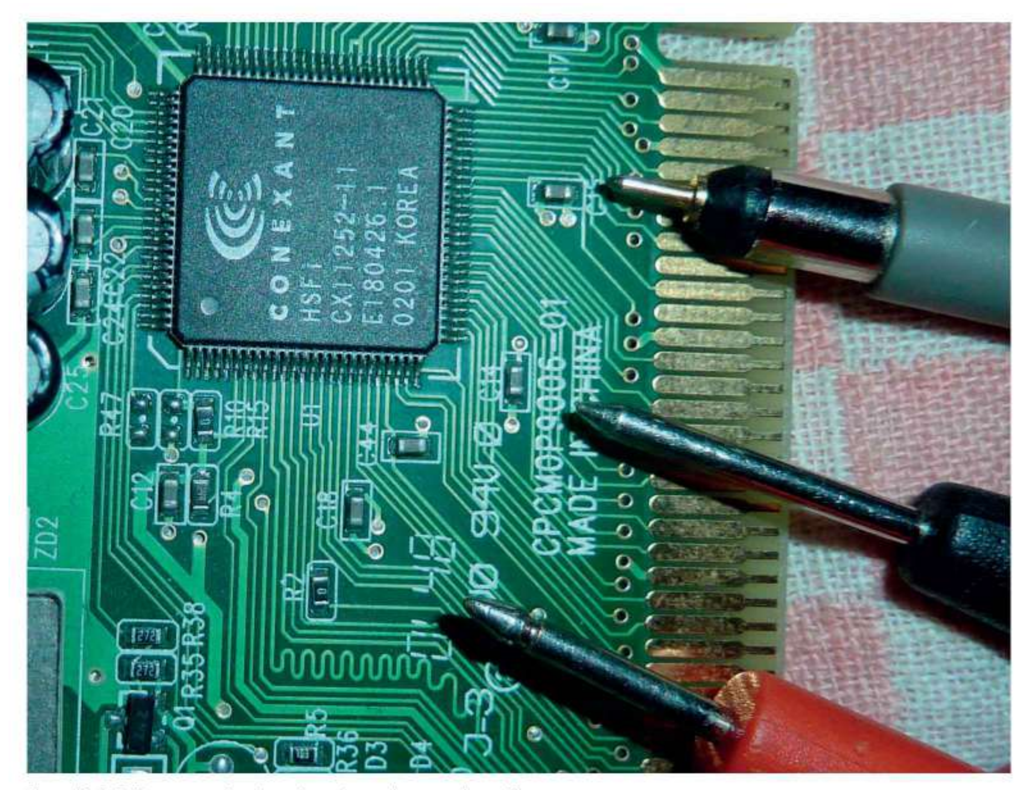


Figure 10-2. Taille comparative des pointes de touche et sonde oscilloscope

Contrôle des composants usuels

LES FUSIBLES

Bien entendu, la vérification d'un fusible retiré d'un appareil sera immédiate à l'aide d'un ohmmètre qui doit indiquer un court-circuit franc. On pourra souvent constater la rupture du filament interne au fusible par le noircissement de la partie transparente d'une cartouche en verre.

Une autre solution, à appliquer surtout si le fusible est difficilement démontable, est d'utiliser un voltmètre alternatif ou continu selon le type de courant protégé et de vérifier, l'appareil étant sous tension, que celle aux bornes du fusible est bien nulle. Dans le cas contraire, le fusible est grillé. Si la tension est nulle, cela ne signifie pas pour autant que le fusible est bon, il se peut que la section de circuit dans laquelle il se trouve soit hors tension quelle qu'en soit la raison. En ce cas, l'ohmmètre sera à nouveau utilisé, le circuit étant alors mis hors tension et les condensateurs déchargés (attendre plusieurs minutes après avoir débranché le cordon d'alimentation ou la batterie selon le cas).

La vérification d'un fusible dans un appareil sous tension nécessite de relier les pointes de touche du multimètre au fusible qui peut être alimenté par une tension élevée. Il peut aussi parfois être relié directement à un pôle du secteur 220 V. Il convient d'être très prudent et de ne pas provoquer de contacts accidentels des pointes de touche avec les éléments voisins du fusible, et encore moins avec les doigts de l'opérateur. Ne jamais utiliser d'oscilloscope pour faire cette vérification, cela à la fois pour la protection de l'oscilloscope et celle de l'opérateur, voire du circuit si le fusible est en liaison directe avec les fils d'alimentation du secteur.

Il est prudent d'utiliser un transformateur d'isolement lors des opérations de vérification et dépannage des alimentations afin de laisser « flottante » l'alimentation électrique de l'appareil.

DIODES, TRANSISTORS ET PHOTODIODES

Diodes standards et diodes Schottky

On vérifiera leur continuité à l'aide d'un multimètre ou d'un ohmmètre. La continuité doit être monodirectionnelle et ne pas être un court-circuit (un ohmmètre indiquera une résistance non nulle mais non infinie dans le sens anode-cathode, infinie dans l'autre direction). Un multimètre avec position « diode » indiquera si la diode est bonne ou mauvaise.

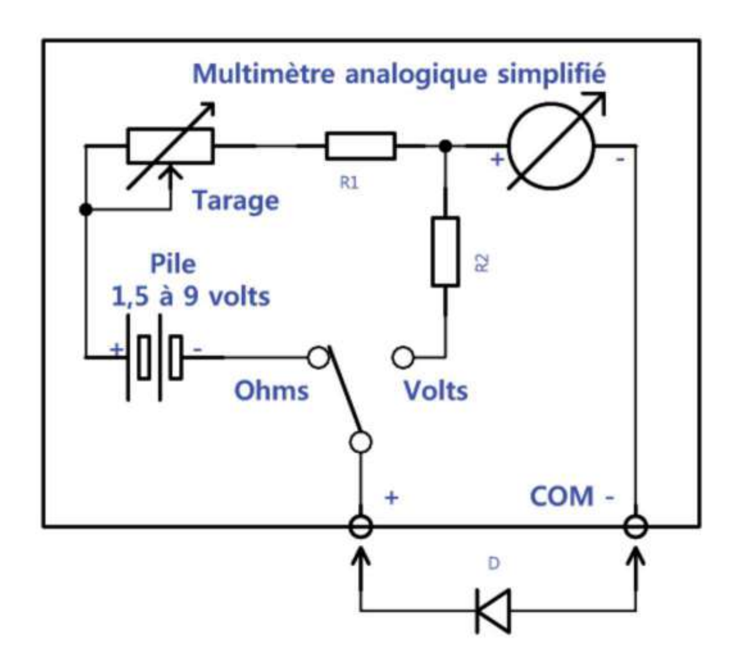


Figure 10-3. Vérification d'une diode avec un multimètre analogique

Une diode Schottky ne se différencie pas d'une diode normale au niveau de sa vérification.

Dans le cas d'un ohmmètre analogique à aiguille, la borne négative du multimètre est à connecter à l'anode de la diode pour obtenir la continuité de celle-ci. En effet, dans la position ohmmètre, une tension de quelques



volts est envoyée au composant mesuré, le pôle positif étant connecté au fil noir relié à la borne « – » ou « commun » du multimètre. C'est en général l'inverse dans le cas d'un multimètre numérique.

Les ponts de diodes

Comme il existe plusieurs configurations de ponts de diodes, on vérifiera chaque diode individuellement comme précédemment.

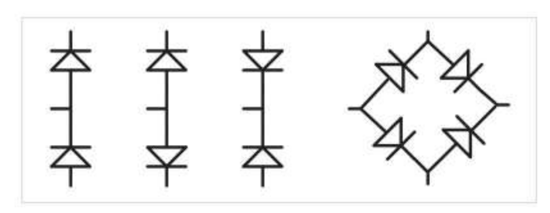


Figure 10-4. Configurations les plus courantes de ponts de diodes

Les diodes Zener

Une diode Zener, dans le sens normal de conduction, se comporte comme une diode classique. C'est dans le sens inverse que la diode Zener se comporte en limiteur de tension. La vérification la plus simple se fera comme pour une diode standard à l'aide d'un multimètre. Bien entendu, la diode ne doit pas être en court-circuit ni coupée. Dans le sens direct, la diode Zener se comporte comme une diode standard, et dans le sens inverse, si la tension interne de l'ohmmètre est inférieure à la tension nominale de la diode Zener, celle-ci sera non conductrice. Pour vérifier sa capacité réelle de régulation, on pourra utiliser le petit montage de la figure 10-5, après avoir vérifié que la diode n'est pas en court-circuit.

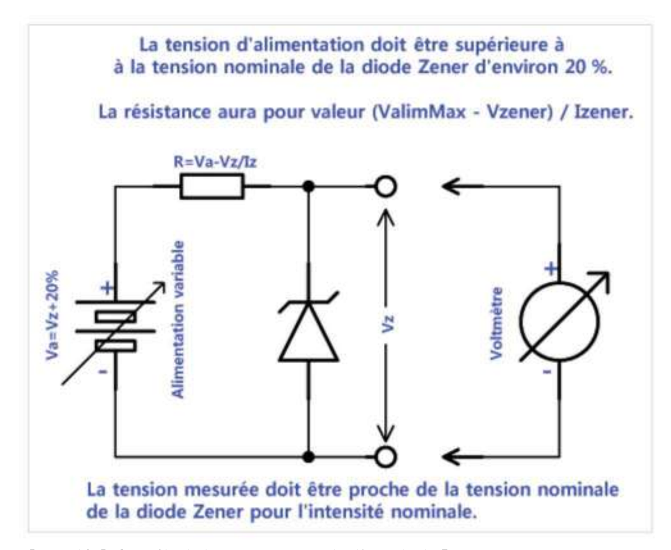


Figure 10-5. Contrôle de la tension nominale d'une diode Zener

Il faut se méfier de la puissance dissipée par la résistance dans le cas des diodes de puissance ou de fortes tensions. Dans tous les cas, limiter le temps de test au minimum afin de préserver la résistance. La diode ne craint rien si la tension d'alimentation et la résistance sont bien définies en fonction de la tension et du courant nominaux de la diode Zener (on trouvera parfois le courant de test dans les feuilles caractéristiques des diodes).



Attention, une diode Zener fonctionne en sens inverse d'une diode normale : sa cathode doit être positive par rapport à l'anode !

Les diodes électroluminescentes

Une diode LED peut se vérifier comme toutes les diodes standards à l'aide d'un ohmmètre de type analogique (à aiguille) qui devrait permettre d'obtenir un allumage de faible intensité, contrairement à un ohmmètre digital dont le courant de test est trop faible en général pour provoquer un allumage de la diode. Pour les LED de couleur bleue ou blanche, il faut un ohmmètre ayant une tension interne de test supérieure à 1,5 V pour obtenir l'allumage. On pourra également utiliser le petit montage de la figure 10-6 pour tester une LED.

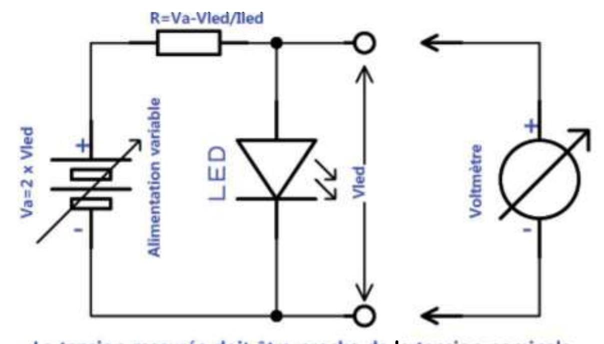


Figure 10-6. Contrôle du fonctionnement d'une diode LED

Il n'est pas indispensable de mesurer la tension aux bornes de la diode LED ; si celle-ci brille normalement, son fonctionnement est correct, la tension n'étant pas critique en général. Si la tension et l'intensité nominales de la diode LED sont inconnues, il faut être extrêmement prudent et limiter l'essai à un courant faible (10 à 30 mA).



Les transistors

Les transistors bipolaires PNP et NPN

Dans le cadre d'une vérification rapide ne prenant pas en compte ses caractéristiques complètes, un transistor bipolaire peut être simplifié à deux diodes montées tête-bêche selon le schéma équivalent de la figure 10-7.

Leur vérification devra donc se faire par le contrôle des deux diodes à l'aide d'un ohmmètre selon la méthode décrite plus haut, à la fois dans le sens conducteur où chaque diode ne doit être ni coupée ni en court-circuit, et dans le sens inverse où chaque diode doit avoir une résistance pratiquement infinie. On vérifiera également que l'isolement émetteur collecteur est important (forte valeur ohmique). Cela ne garantira pas que le transistor est bien conforme à ses caractéristiques mais en général, un transistor est soit mauvais selon ce test, soit fonctionnel. Il est rare qu'un transistor ayant passé ce test ne soit pas fonctionnel. Cette vérification sera donc suffisante pour le dépanneur.

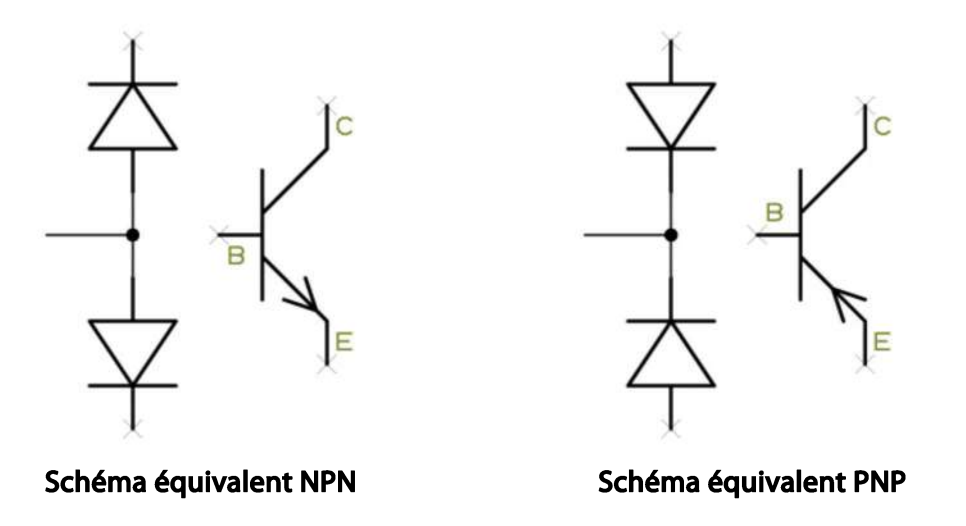


Figure 10-7. Schémas équivalents simplifiés d'un transistor

Les transistors à effet de champ

Il existe plusieurs sortes de transistors FET, les plus utilisés sont dorénavant les transistors MOSFET à enrichissement (*Enhanced* en anglais) mais il existe également les types à appauvrissement (ou *Depletion* en anglais). Leurs différences sont importantes au niveau fonctionnel, c'est pourquoi on devra les vérifier différemment, tout comme les plus classiques JFET. Lorsqu'un transistor FET est défaillant, il est le plus souvent en court-circuit suite à une surcharge ou à un échauffement trop important.

On vérifiera donc à l'ohmmètre qu'aucun court-circuit n'existe entre les électrodes du transistor. Il pourra y avoir une conduction provoquée par la diode interne de certains MOSFET (entre Drain et Source), mais cette conductivité doit laisser apparaître une tension aux bornes du transistor. En ce qui concerne les transistors JFET et MOSFET à déplétion, en réunissant la grille à la source, il doit y

avoir une conductivité entre Drain et Source, en respectant les polarités bien entendu. L'utilisation du testeur de composants, déjà évoqué plusieurs fois, permettra d'obtenir une indication plus complète sur l'état du transistor.

Afin de vérifier d'une façon plus globale le fonctionnement d'un transistor FET, on pourra utiliser le petit montage de la figure 10-8.

La tension d'alimentation Vds ne devra pas dépasser la tension maximum d'utilisation du transistor.

La tension d'alimentation variable Vgs sera d'environ 15 volts. Elle sera limitée par les diodes Zener.

La résistance de charge sera égale à Vnominale / Inominale. Sa puissance sera Vnominale x Inominale pour un test à pleine puissance. On préférera un test dans des conditions moins extrêmes.

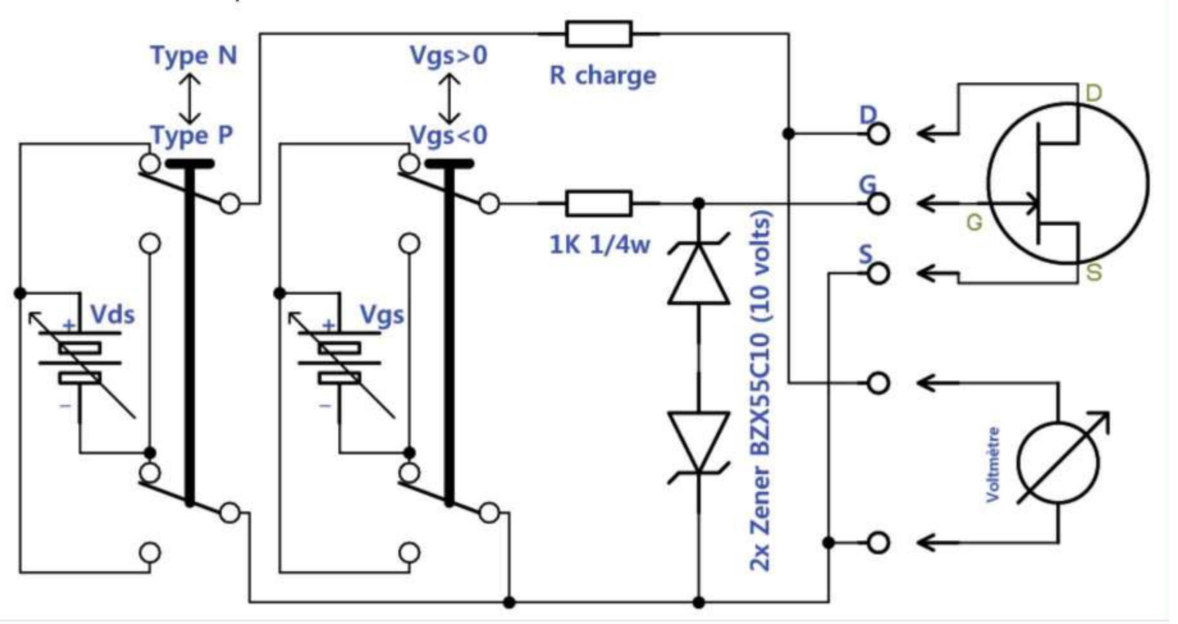


Figure 10-8. Vérification d'un transistor FET

Attention à bien respecter les polarités des tensions appliquées au transistor en test, notamment s'il est pourvu d'une diode de protection entre Drain et Source. Un test à pleine puissance est, dans bien des cas, inutile. Il sera préférable de choisir des conditions de test voisines des conditions de fonctionnement du circuit en cours de dépannage.

Optocoupleurs, LED infrarouges et photodiodes

La vérification des diodes LED infrarouges se fera à l'aide d'un appareil photo numérique. Les photodiodes, utilisées dans les récepteurs infrarouges des télécommandes des appareils hi-fi ou téléviseurs seront vérifiées *in situ* dans le circuit sous tension. On observera à l'oscilloscope la présence d'impulsions lorsque la télécommande émet des signaux. En ce qui concerne les optocoupleurs, principalement utilisés dans les alimentations afin de transmettre des signaux de contrôle ou régulation entre les parties « HOT » et « COLD » tout en préservant leur isolement, ils sont constitués d'une diode LED et d'une photodiode (ou phototransistor) placés dans un boîtier étanche et opaque.



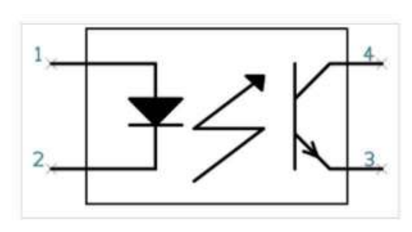


Figure 10-9. Symbole d'un optocoupleur

Il faudra les contrôler en trois étapes.

1 Vérifiez la diode LED du primaire à l'aide d'un ohmmètre analogique (en général suffisant pour provoquer la brillance de la LED qui est cependant invisible).
2 Lorsque la LED est connectée à l'ohmmètre en sens direct (conductrice), vérifiez à l'aide d'un autre ohmmètre que la photodiode est conductrice.
3 En débranchant la LED de l'ohmmètre, la photodiode ne doit plus être conductrice.

LES RÉGULATEURS

Les régulateurs abaisseurs de tension standard

Il n'y a aucune difficulté à vérifier le fonctionnement d'un régulateur de tension standard (toujours abaisseur). On le vérifiera sous tension directement dans le circuit où il se trouve. En cas d'anomalie, on vérifiera bien entendu qu'aucun court-circuit n'existe, que sa tension d'entrée est bien présente et que les composants qui l'entourent sont en bon état.

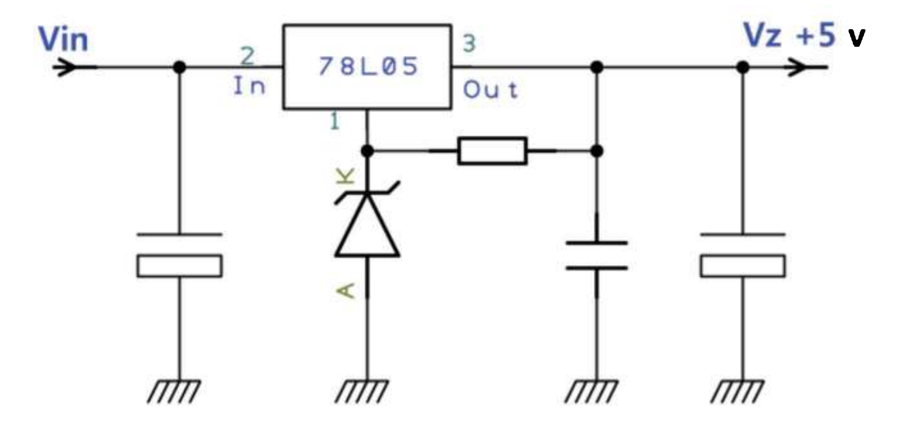


Figure 10-10. Exemple d'un circuit régulateur abaisseur de tension fixe par régulateur et diode Zener

Les régulateurs abaisseurs de tension à découpage

À l'aide des caractéristiques du composant, on vérifiera le fonctionnement du circuit en contexte (en conformité avec les conditions usuelles d'utilisation). Avant d'accuser un composant d'être défectueux, on devra vérifier l'ensemble des composants entourant ce circuit, la validité des tensions et signaux présents, et éventuellement désactiver temporairement les détections de fautes. En tout dernier lieu, le composant sera considéré comme défectueux et on procèdera à son remplacement par un équivalent. La difficulté de remplacement des composants (temps passé et coût) incite le dépanneur à vérifier le maximum d'éléments.

Pour des raisons d'accès aux composants, notamment sur la face « soudure », il sera souvent nécessaire de retirer la carte du châssis de l'appareil tout en la laissant reliée par ses câbles. Si nécessaire, prolongez les câbles afin de pouvoir retourner facilement la carte. Dans l'exemple de la figure 10-11, l'ensemble d'un téléviseur, y compris l'écran, a été démonté puis mis sur la table de test afin de rendre possible l'accès à tous les composants.

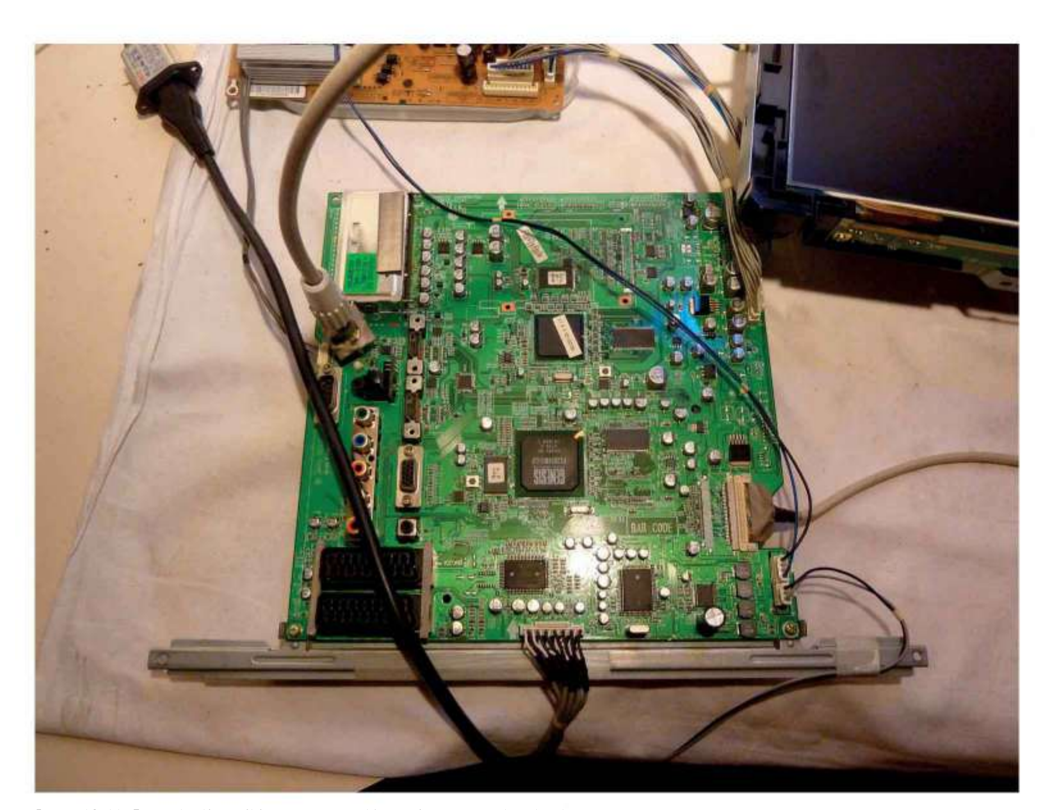


Figure 10-11. Exemple d'un téléviseur cartes démontées pour recherche de panne

Dans les cas extrêmes, notamment pour les cartes alimentation ou inverter de téléviseur, il pourra être nécessaire de déconnecter totalement la carte de l'appareil, de la relier à des alimentations de laboratoire et de simuler les signaux nécessaires à son fonctionnement afin de la tester en détail.

Placez toujours les cartes sur une surface isolante afin d'éviter les contacts intempestifs. On pourra également fixer certains éléments qui ne doivent pas être vérifiés avec de la toile adhésive pour éviter aux cartes de se toucher. Enfin, il peut être prudent de recouvrir les parties sous tensions dangereuses d'une feuille de plastique collée au ruban adhésif pour éviter au dépanneur de les toucher.

Fiabilité relative des composants

Quelques mots sur la fiabilité des composants selon leur type devraient guider le dépanneur dans ses recherches. En effet, inutile de passer son temps à vérifier tous les condensateurs CMS (hormis les condensateurs électrochimiques), par exemple, alors que ceux-ci ne sont presque jamais défaillants. Dans l'ordre décroissant de fréquence des défaillances, les composants se classent comme suit.

1 Condensateurs électrochimiques : souvent gonflés, à valeur incorrecte ou à valeur d'ESR trop élevée ; parfois, ils chauffent, ce qui indique une valeur d'ESR élevée.

2 Transistors bipolaires ou MOSFET de forte ou moyenne puissance : souvent en court-circuit ou coupés.

3 Diodes de puissance, ponts de diodes de redressement : souvent en court-circuit ou coupés.

4 Résistances de puissance : grillées ou coupées dans le cas des résistances bobinées.

5 Diodes miniatures standards ou diodes Zener : le plus souvent coupées, parfois en court-circuit.

6 Transistors bipolaires ou MOSFET : en court-circuit ou coupés.

7 Circuits intégrés à dissipation calorifique importante non fonctionnels ou court-circuitant leurs alimentations.

8 Condensateurs non polarisés à film plastique : valeurs fortement diminuées ou en court-circuit.

9 Transformateurs : coupures ou court-circuit partiel des enroulements.

10 Connecteurs :
- oxydation des contacts ;
- contacts desserrés ou tordus provoquant faux contacts ou surchauffe ;
- parfois fondus, conséquence d'un mauvais contact trop résistant (connecteurs véhiculant une puissance importante).

11 Haut-parleurs :
- coupés ;
- grésillant à cause de limaille métallique ou poussière dans l'entrefer ;
- membranes rompues (par contact avec objet ou parce que trop vieilles).

12 Thermistances, varistances… coupées ou grillées.

13 Condensateurs miniatures céramique, mica et CMS (hors électrochimiques).

14 Résistances de faible puissance.

Je n'ai pas classé les fusibles dans ce « palmarès » car, s'ils sont fréquemment mis en cause, ils n'en sont généralement pas les responsables mais les victimes, ayant joué leur rôle protecteur.

Dans la recherche de panne, le premier élément à vérifier lorsqu'il y a panne totale, l'appareil ne se mettant pas sous tension, est bien entendu le fusible. Mais, comme déjà dit et répété, un fusible grillé indiquera un problème relatif à l'alimentation électrique mais ne sera quasiment jamais l'unique raison de la panne.

CHAPITRE 11

REMPLACER DES COMPOSANTS

Le dépanneur est souvent amené à raisonner par tâtonnements intuitifs, puis par déduction pour faire des essais concrets afin de finaliser le diagnostic ou valider la réparation envisagée. Pour ce faire, et afin de ne pas devoir s'y reprendre à de multiples reprises pour se procurer les pièces à remplacer, il est souvent souhaitable de substituer temporairement des composants par d'autres. Cela nécessite bien entendu de respecter un certain nombre de règles de substitution dépendantes du composant considéré. Lors de la finalisation de la réparation, remplacez les composants incriminés par leur exact remplaçant.

Mais alors que peut-on faire en matière de substitution de composants ? Que ne doit-on surtout pas faire et quelles sont les principales règles à suivre ?

Dans tous les cas, si la substitution d'un composant contraint à utiliser des connexions par fils, notamment en raison de l'encombrement du composant utilisé, il faut minimiser le plus possible la longueur des fils afin d'éviter que ces derniers servent d'antenne émettrice ou réceptrice et provoquent ainsi des perturbations électriques aux circuits avoisinants. Je pourrais citer ainsi l'exemple de la mesure par un multimètre d'une tension sur un régulateur élévateur de tension (fonctionnant à 250 kHz) d'une carte mère (SSB) de téléviseur qui bloquait la réception d'une chaîne TNT (environ 900 MHz) en raison de la propagation, par le fil de l'appareil de mesure, d'une très importante perturbation électrique en provenance du circuit d'alimentation !

Il ne s'agissait que d'une perturbation liée à une mesure ponctuelle mais un composant relié par de trop grands fils aurait pu provoquer le même problème. N'oublions pas que les circuits d'une carte SSB sont des circuits à signaux faibles. Ces cartes sont d'ailleurs parfois enfermées dans un blindage métallique.

Les fusibles

On peut substituer un fusible d'un type ou format donné par un autre de mêmes caractéristiques électriques moyennant quelques adaptations ou soudures temporaires, mais il ne faut jamais substituer un fusible par un autre d'intensité protégée supérieure, au risque de provoquer des dégâts importants à l'appareil. Lorsque le fusible à remplacer ne possède pas de marquage, il faudra imaginer, d'après la consommation estimée ou connue du circuit à protéger, l'intensité de la protection optimale. On sait que pour une alimentation, la protection est le plus souvent de type lent, alors que les circuits internes à un appareil sont plutôt protégés par un type rapide. En tout cas, ne remplacez jamais un fusible de valeur inconnue par un de calibre surdimensionné par rapport à l'appareil. Par exemple, la protection

d'une carte T-Con qui assure l'alimentation du panneau (pas du rétroéclairage) d'une dalle écran LCD sera de 1 à 4 A selon la taille mais sûrement pas de 10 A, alors qu'une carte inverter alimentant les néons d'un grand écran LCD pourra nécessiter un fusible de 10 A. Pour la protection générale, on pourra se fier à la consommation maximale souvent indiquée au dos des appareils.

Il est recommandé d'avoir à disposition une batterie de fusibles de rechange afin d'éviter les remplacements hasardeux ou les fils de cuivre utilisés comme substitut durant les essais.



Figure 11-1. **Fusibles courants en électronique**

Il a été abordé, dans les méthodes de test des appareils, la manière d'éviter qu'un fusible ne saute dès son remplacement en plaçant une lampe à incandescence en série dans l'alimentation électrique. Cela épargnera bien des dépenses inutiles en fusibles tout en préservant les appareils en phase de test.

Remplacez toujours un fusible par un équivalent strict au niveau de l'intensité nominale et du type lent ou rapide. Ne jamais vérifier un fusible dans un circuit sous tension avec un ampèremètre sous peine de risquer d'endommager l'appareil, l'ampèremètre, et souvent de faire sauter les disjoncteurs du local.



Les résistances

La substitution d'une résistance par une autre pourra être nécessaire lorsqu'on ne dispose pas d'un composant de valeur ohmique, de puissance maximum dissipée et de technologie, forme/dimensions identiques.

Valeur

Il faut savoir que la plupart des résistances ont une valeur précise à 5, 10 ou même 20 %. Une résistance de valeur voisine fera donc souvent l'affaire au moins le temps d'un essai. En la mesurant à l'aide d'un multimètre, on pourra juger de l'écart avec la valeur d'origine et choisir le cas échéant, parmi plusieurs résistances à disposition, la plus approchante.

Puissance

À part pour les résistances miniatures de petite puissance où cela n'a pas d'importance, il est nécessaire de substituer une résistance par une autre de même puissance ou de puissance supérieure. Si on ne connaît pas la puissance, on se basera sur la taille de la résistance.

Technologie

Dans les circuits dits de « haute fréquence », on devra éviter les résistances bobinées qui induisent des inductances parasites élevées, mais la plupart des situations n'exigent pas de précautions particulières.

Forme et dimensions

Inutile de dire qu'il faut d'abord que le nouveau composant puisse, même temporairement, s'insérer dans la place disponible. Il y a cependant deux autres contraintes à respecter.

1 La soudure d'une résistance de remplacement à la place d'une autre, en particulier de type CMS, devra se faire en portant un soin et une attention particuliers aux plots de soudure du circuit imprimé, souvent très petits et donc fragiles, face à la rigidité des fils d'une résistance de substitution.

2 En cas de problème de place, on pourra toujours munir la résistance de remplacement de petits fils de câblage afin de l'éloigner de son emplacement d'origine trop exigu. Comme indiqué en tête de ce chapitre, il faut vraiment limiter autant que possible la longueur des fils générateurs de bruit électromagnétique ou antennes captant des perturbations préjudiciables au circuit. Ceci est vrai bien entendu dans les circuits « hautes fréquences » mais aussi dans les alimentations à découpage générant beaucoup de bruit électrique.

Les condensateurs

Il y a souvent une grande souplesse au niveau de la valeur car de nombreux condensateurs sont utilisés pour filtrer les signaux d'alimentation, y compris à proximité immédiate des circuits intégrés. Il faudra en revanche respecter la valeur du condensateur dans tous les cas où celui-ci définit une temporisation ou une fréquence (circuits accordés des parties « hautes fréquences », définition de

la fréquence de fonctionnement d'une alimentation à découpage, etc.). Par contre, il faut impérativement tenir compte de la tension maximale de service du composant et parfois du type de condensateur (céramique, mica, polyester, électrochimique…) et surtout bien respecter la polarité dans le cas des condensateurs polarisés. Citons donc quelques critères à respecter.

Valeur

Peu critique dans les applications de filtrage (le condensateur est placé entre une ligne d'alimentation et la masse du circuit), il conviendra toutefois de ne pas trop s'en écarter et, si possible, de prendre une valeur supérieure. Dans tous les autres cas, préférez la même valeur par prudence sauf si une analyse du circuit vous permet de prendre des aises avec la valeur (liaison dans les amplificateurs par exemple).



En ce qui concerne les condensateurs CMS, si leur valeur est inconnue (pas de marquage, pas de schéma de l'appareil), on tentera le remplacement par un condensateur de même aspect, taille et couleur, récupéré sur une carte de rebut. Attention, ceci ne se fera que pour les condensateurs dont la valeur est *a priori* peu critique.

Tension de service

Vous devrez impérativement respecter ce critère, notamment dans les circuits d'alimentation, pour les éléments de filtrage et encore plus dans les circuits très haute tension des inverters pour les rétroéclairages de type néon CCFL (petits condensateurs présents dans les parties directement en liaison avec les tubes CCFL). On prendra donc toujours un condensateur ayant une tension de service au moins égale à celle du composant d'origine.

Température maximum de fonctionnement

Cela concerne les condensateurs polarisés électrochimiques ; il est préférable, pour un coût quasiment identique, de choisir des condensateurs prévus pour 105 °C.

ESR

Le sigle ESR signifie « résistance série équivalente ». La valeur de la résistance ohmique parasite des condensateurs électrochimiques est très importante pour la qualité du filtrage qu'ils assurent dans les alimentations. Cette valeur est rarement (jamais à ma connaissance) indiquée sur les boîtiers, par contre certains constructeurs les indiquent dans les caractéristiques détaillées de leurs composants. Dans tous les cas, plus la valeur de l'ESR est faible, meilleur sera le filtrage. Si on dispose d'un appareil permettant de vérifier la valeur de l'ESR, on pourra s'assurer que le composant substituant est de bonne qualité, surtout s'il n'est pas neuf, selon le tableau des valeurs typiques d'ESR (voir tableau 9-2 page 280). D'une manière générale, je déconseille le remplacement de condensateurs électrochimiques par des composants récupérés dont on ne peut être sûr.





Figure 11-2. **Contrôle d'un condensateur électrochimique de 47 µF 16 volts**

Technologie

Mis à part pour un essai très ponctuel où le type de condensateur pourra être négligé (sauf dans le cas des condensateurs polarisés), il faudra toujours remplacer de façon durable un condensateur d'une technologie donnée par un équivalent dans cette même technologie. Il en va de la stabilité et de la durabilité de ces condensateurs.

Forme et dimensions

Les mêmes recommandations formulées pour les résistances (voir plus haut) s'appliquent aux condensateurs.



Il est peu fréquent de devoir remplacer des condensateurs autres que les condensateurs électrochimiques de filtrage mais cela arrive, notamment au niveau des alimentations (condensateurs de type polyester ou MKP) ou des circuits de puissance audio. En revanche, le remplacement de condensateurs de type CMS non électrochimiques est très rare, souvent limité au cas où le composant aura souffert de la chaleur provoquée par la destruction d'un élément voisin.

Les diodes

La substitution d'une diode par une autre doit se faire avec beaucoup de précautions. En effet, de nombreux paramètres interviennent dans le fonctionnement et la fiabilité d'une diode. Elle n'a pas de valeur, mais voici ses caractéristiques principales :

- tension en mode conduction directe ;
- tension maximale inverse ;
- tension de régulation (diodes Zener) ;
- intensité maximale en mode conduction ;
- puissance maximale dissipée ;
- temps de recouvrement (temps de passage de l'état conducteur à l'état non conducteur) ;
- fréquence maximale d'utilisation ou rapidité.

Ainsi, une diode utilisée en redressement d'un courant fort devra être à même de le véhiculer et de dissiper la puissance à laquelle elle sera soumise (produit de la tension directe par le courant). Mais on devra également s'assurer de sa rapidité dans les alimentations à découpage.

Remplacer une diode rapide ou Schottky par une diode standard dans une alimentation à découpage conduira à des dysfonctionnements en raison des fréquences assez élevées utilisées dans ces circuits. Une diode standard chauffera et se présentera comme un court-circuit partiel aux yeux de l'alimentation, risquant de bloquer son fonctionnement.

En hautes fréquences, il sera nécessaire de tenir compte de la fréquence de travail mais aussi de la capacité parasite, etc. En résumé, il est bon de substituer une diode par une autre qui possédera des caractéristiques identiques ou proches en ce qui concerne le circuit considéré. Ainsi, on pourra remplacer une diode 6 A - 600 V par une diode 9 A - 1 000 V mais pas l'inverse.

Il faudra aussi respecter le remplacement d'une diode Schottky par une autre diode Schottky pour éviter de créer des problèmes avec le circuit en cours de dépannage. De même, il est parfois important de ne pas remplacer une diode au germanium (faible tension directe de l'ordre de 0,3 V) par une diode silicium possédant une tension directe supérieure (0,6 à 0,8 V).

La question ne se pose pas pour une diode Zener bien entendu, il est parfois possible de prendre une Zener avec une tension de régulation légèrement différente si celle-ci est utilisée en protection d'un signal sensible car elle n'est normalement pas sollicitée. En revanche, si la diode est utilisée en régulation de tension, il faudra impérativement prendre une diode de même tension de régulation. Il existe des diodes Zener programmables par le jeu de résistances externes. Elles pourront faire l'affaire dans de nombreux cas, mais étant donné leur faible coût, il me paraît préférable de disposer d'un ensemble de diodes courantes de tous types et toutes puissances.

Un pont de diodes pourra toujours être temporairement remplacé par un ensemble de diodes individuelles interconnectées. Attention toutefois à minimiser la longueur des fils de connexions.



Remplacez toujours une diode par une diode de tension inverse, courant direct et puissance dissipée égaux ou supérieurs à ceux de l'élément d'origine. Il faut également respecter les contraintes de refroidissement dans le cas des diodes de puissance et notamment ne pas négliger le montage sur radiateur.

Les transistors

LES TRANSISTORS BIPOLAIRES

Substituer un transistor bipolaire par un autre demande autant, voire plus, de précautions que pour une diode. Tout dépend du rôle du transistor, car certains sont très critiques dans le fonctionnement du circuit auquel ils appartiennent et de ce fait difficilement substituables. Bien entendu, on respectera le type (NPN ou PNP) mais aussi le courant maximum admissible, la tension inverse maximale, le gain, la puissance dissipée, la fréquence maximum de travail, etc.

On obtiendra parfois un fonctionnement dégradé mais cela permettra de vérifier la validité de l'hypothèse sur l'origine de la panne.

Bien souvent, des composants plus récents seront des remplaçants permanents recommandés à la substitution de composants de conception plus ancienne. C'est à la discrétion du dépanneur et de la connaissance qu'il a du circuit et du composant d'en décider.

Une seule règle de base

Toujours substituer un transistor bipolaire par un transistor de même type, de tension inverse, courant direct, puissance dissipée, gain et fréquence de travail égaux ou supérieurs à ceux de l'élément d'origine. Évitez un transistor de gain trop supérieur au gain du composant d'origine sous peine de voir le circuit devenir instable. De même, faites attention aux excès qui consisteraient à remplacer un transistor de faible puissance par un monstre de puissance : l'encombrement serait différent tout comme le fonctionnement, notamment au niveau des caractéristiques parasites négligeables en forte puissance mais pas en signaux faibles. Enfin, respectez également les contraintes de refroidissement dans le cas des transistors de puissance et ne négligez pas notamment le montage sur radiateur.

LES TRANSISTORS À EFFET DE CHAMP

Pour les transistors à effet de champ, il conviendra de considérer le type selon les trois grandes catégories suivantes : FET, MOSFET ou IGBT (un hybride entre MOSFET et bipolaire). Ce type devra bien entendu être respecté dans le choix d'un remplaçant. Il existe par ailleurs deux sous-types, « P-Channel » et « N-Channel », qui présentent des caractéristiques différentes, souvent complémentaires, qu'il faudra également respecter.

Enfin, dans les circuits de puissance des alimentations ou de commutation, un critère important à ne pas négliger est la résistance en mode saturé du transistor. Associée au courant maximal, cette

valeur très faible en général (quelques dixièmes d'ohms par exemple) définira la puissance dissipée par le transistor. Le choix d'un remplaçant ayant une valeur de résistance de saturation supérieure diminuerait les performances du circuit et, la dissipation thermique plus importante du composant remplaçant pourrait le détruire ou le fragiliser.

Les transistors à effet de champ les plus utilisés sont les transistors MOSFET et les transistors IGBT.

Les critères importants à respecter sont donc :

- type et polarité du transistor ;
- tension maximale de travail (directe ou inverse) ;
- courant maximal de travail (en continu et en transitoire) ;
- puissance dissipée maximale ;
- fréquence maximale ou rapidité ;
- résistance Drain-Source en mode saturé (définie pour un courant donné ou à sa valeur maximale) ;
- éventuellement gain et tension directe et inverse entre *Gate* et *Source*.

La substitution des transistors utilisés dans les alimentations comme interrupteur est souvent aisée : c'est d'ailleurs leur principale utilisation. En effet, les circuits plus complexes utilisant des transistors sont souvent dans des composants hautement intégrés (on parle de millions de transistors dans un microprocesseur par exemple).

On pourra bien entendu remplacer un ensemble de plusieurs transistors encapsulés dans un boîtier unique par des éléments individuels interconnectés, en respectant toujours la règle relative à la longueur des connexions.

Il y a de nombreux transistors MOSFET qui possèdent des diodes internes assurant la protection électrique de ces composants. Il faut en tenir compte lors du remplacement par un composant de substitution afin que la même protection soit assurée. Ces transistors se retrouvent notamment dans les circuits reliés à des inductances ou transformateurs.

Ne confondez pas transistors MOSFET et IGBT !

Les transistors MOSFET et les transistors IGBT, bien qu'utilisés dans des circuits de puissance des alimentations pour des rôles identiques, ne sont pas interchangeables.

Il convient d'être prudent lors de la substitution de transistors MOSFET de puissance dans les circuits des alimentations à découpage ou inverters. Ces circuits mettent parfois en jeu des composants de type P et/ou N en montage symétrique « push-pull ». Les transistors utilisés sont souvent complémentaires et par paires (cela est décrit dans leurs feuilles de caractéristiques) : ils doivent être échangés également par paire afin de garantir stabilité et fiabilité du circuit. Seul un essai de fonctionnement très temporaire pourra être fait avec des composants de caractéristiques voisines. La défaillance d'un transistor MOSFET de puissance dans une alimentation à découpage peut entraîner des dommages collatéraux importants aux autres composants du montage. Il convient donc d'être très prudent dans le choix du composant utilisé pour les essais et de finaliser la réparation par le remplacement des transistors à l'identique.



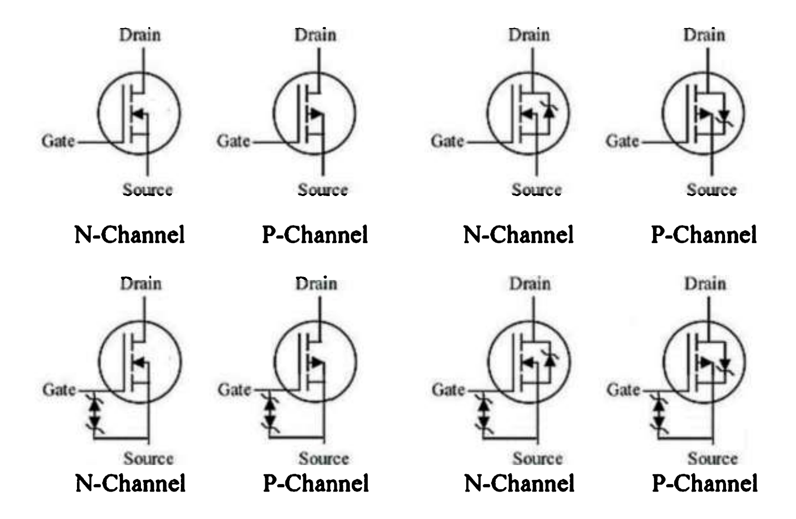


Figure 11-3. Symboles des transistors MOSFET avec ou sans diodes de protection Drain-Source

Remplacez toujours un transistor FET ou MOSFET par un transistor de même type, de tension inverse, courant direct, puissance dissipée, gain et fréquence de travail égaux ou supérieurs à ceux de l'élément d'origine. Évitez un transistor de gain trop supérieur au gain du composant d'origine au risque de voir le circuit devenir instable. On évitera bien entendu les excès qui consisteraient à remplacer un transistor de faible puissance par un monstre de puissance, l'encombrement serait différent mais aussi le fonctionnement, notamment au niveau des caractéristiques parasites négligeables en forte puissance mais pas en signaux faibles. Enfin, il faut également respecter les contraintes de refroidissement dans le cas des transistors de puissance et notamment ne pas négliger le montage sur radiateur.

Comme pour les diodes, il est relativement peu onéreux et très utile en dépannage de se constituer un petit assortiment des transistors bipolaires et à effet de champ courants puisqu'ils sont nombreux dans les appareils. Il est aussi intéressant de disposer de vieilles cartes électroniques sur lesquelles on peut trouver des substituts intéressants. Je recommande toujours de conserver les vieilles cartes en panne à cette intention. Bien entendu, on devra vérifier que le composant récupéré est en bon état après démontage, avant de le placer dans le circuit en cours de dépannage.

Les circuits intégrés

Substituer un circuit intégré par un autre est rarement possible, sauf lorsqu'il existe des remplaçants officiels directement substituables voire recommandés, mais ces cas sont rares. Internet apportera les informations nécessaires à ce sujet.

Il existe aussi des composants identiques mais présentés dans des boîtiers différents. Ils seront interchangeables mais attention aux circuits mettant en jeu de la puissance, car il sera parfois difficile de les adapter mécaniquement et surtout thermiquement pour respecter leur refroidissement.

D'autres circuits, faiblement intégrés, peuvent en revanche être parfois remplacés par un autre circuit, surtout s'ils sont utilisés dans des circuits peu sensibles aux caractéristiques des éléments. C'est le cas par exemple des amplificateurs opérationnels utilisés dans des circuits de génération de tensions continues variées, leur fonctionnement étant en courant continu, de faible puissance (ils sont souvent relayés par un transistor pour fournir de la puissance) et leur gain important peu. Si par contre ils sont utilisés dans des circuits plus « pointus », ils ne seront peut-être pas substituables.

D'après mon expérience, ces cas sont rares : cela m'est arrivé en travaillant sur une carte de contrôle de dalle LCD (carte T-Con) où j'ai pu remplacer un double amplificateur opérationnel HX8904 (quasiment introuvable) par un LM324 dont le brochage est identique et les caractéristiques voisines mais légèrement moins robuste dans cette utilisation.

Les circuits régulateurs de tensions fixes ou programmables sont aussi de bons candidats à la substitution ; même si leur brochage est différent, l'adaptation est facile.

Il existe aussi des circuits intégrés de type mémoires (RAM, ROM, EPROM ou EEPROM) qui, sous différents numéros de pièces, cachent des composants facilement interchangeables même s'ils ne sont pas équivalents (notamment en respectant la capacité, le brochage et la rapidité des temps d'accès ainsi que la fréquence de rafraîchissement). Si un circuit mémoire datant un peu n'est plus fabriqué et difficile à trouver, une solution de ce type reste souvent possible.



CODIFICATION ET MARQUAGE DES COMPOSANTS

Les composants passifs

LES FUSIBLES

Le marquage de la valeur d'un fusible est de la forme : lettre F (*fast* ou rapide) ou T (temporisé ou lent) suivie de l'intensité de protection avec l'unité, suivie d'un espace ou d'une lettre et de la tension maximal du circuit à protéger.

Par exemple :

- F1AL250V signifie fusible rapide 1 A sous 250 V maximum ;
- T250mAL250V signifie fusible à fusion lente de 250 mA sous 250 V maximum ;
- T2A 250V signifie fusible à fusion lente de 2 A sous 250 V maximum.

Le marquage des fusibles dépend de leur type physique. Il existe en effet des fusibles minuscules de type CMS qui ne possèdent pas de marquage, trop petits sans doute. Il y a fort à parier qu'ils sont destinés à la protection des circuits de basse puissance et auront donc une intensité de protection faible. Les fusibles de types cartouches sont en général marqués sur le corps (fusibles de diamètre important), tandis que les petits fusibles en cartouche ont un marquage sur l'une de leurs extrémités.



Figure 12-1. **Marquage des cartouches : 1 A « fast » (rapide) et 6,3 A temporisé (lent)**

LES RÉSISTANCES

En dehors des résistances ayant des inscriptions en clair (cas des anciennes résistances et des résistances de puissance), il existe plusieurs types de marquage normalisés : soit un marquage par un code de couleur (anneaux colorés sur le corps des résistances axiales), soit un marquage en clair (ou presque) de 3 ou 4 caractères chiffres ou la lettre « R », soit un marquage avec le code international EIA-96.

Code couleur

Les résistances seront codifiées avec 3, 4, 5 ou 6 anneaux. Le premier anneau est placé en extrémité du corps de la résistance, il est parfois plus fin ; le dernier anneau est soit en retrait de l'extrémité, soit de largeur plus importante.

Tableau 12-1. **Code couleur des résistances à six anneaux (résistances de haute précision)**

Valeur			Multiplicateur	Tolérance	Coeff. Temp.
0	0	0	1		200 ppm
1	1	1	10	1 %	100 ppm
2	2	2	100	2 %	50 ppm
3	3	3	1 000		15 ppm
4	4	4	10 000		25 ppm
5	5	5	100 000	0,5 %	
6	6	6	1 000 000	0,25 %	
7	7	7	10 000 000	0,1 %	
8	8	8	0,01 (argent)	10 % (argent)	
9	9	9	0,1 (or)	5 % (or)	

Tableau 12-2. **Code couleur des résistances à cinq anneaux (résistances de précision)**

Valeur			Multiplicateur	Tolérance
0	0	0	1	
1	1	1	10	1 %
2	2	2	100	2 %
3	3	3	1 000	
4	4	4	10 000	
5	5	5	100 000	0,5 %
6	6	6	1 000 000	0,25 %
7	7	7	10 000 000	0,1 %
8	8	8	0,01 (argent)	10 % (argent)
9	9	9	0,1 (or)	5 % (or)

Tableau 12-3. Code couleur des résistances à quatre anneaux (tolérance 5 ou 10 %)

Valeur		Multiplicateur	Tolérance
0	0	1	
1	1	10	1 %
2	2	100	2 %
3	3	1 000	
4	4	10 000	
5	5	100 000	0,5 %
6	6	1 000 000	0,25 %
7	7	10 000 000	0,1 %
8	8	0,01 (argent)	10 % (argent)
9	9	0,1 (or)	5 % (or)

Tableau 12-4. Code couleur des résistances à trois anneaux (tolérance 20 % non indiquée)

Valeur		Multiplicateur
0	0	1
1	1	10
2	2	100
3	3	1 000
4	4	10 000
5	5	100 000
6	6	1 000 000
7	7	10 000 000
8	8	0,01 (argent)
9	9	0,1 (or)

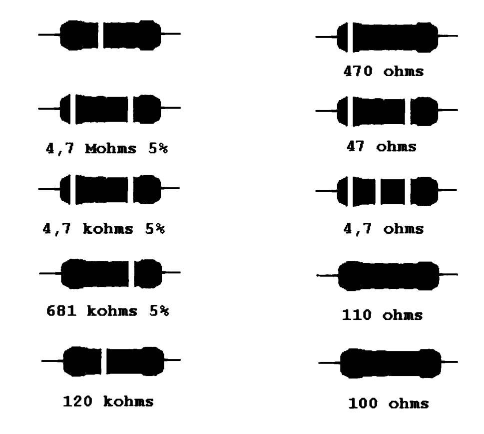


Figure 12-2. Code couleur des résistances : exemples de codifications

Code à 3 ou 4 caractères

Il s'agit d'un marquage à lecture directe constitué de 3 ou 4 chiffres dont les premiers indiquent la valeur et dont le dernier est un multiplicateur sous forme de puissance de 10 (ou nombre de zéros à placer à droite de la valeur). Dans ce code, la plus petite valeur est 010 soit 1 Ω mais pour les plus petites valeurs, le code est constitué de 2 ou 3 chiffres entre lesquels la lettre R s'intercale à la place de la virgule.

Tableau 12-5. **Quelques exemples de marquage**

Marquage	101	272	2221	320 ou 32R0	0R5	3R3
Valeur	100 Ω	2,7 kΩ	2220 Ω	32 Ω	0,5 Ω	3,3 Ω
Les zéros non significatifs placés à gauche de la valeur sont parfois omis.						
Bien faire attention aux mauvaises interprétations comme par exemple 220 qui signifie 22 Ω et non pas 220 Ω.						

Codification EIA-96 des résistances

La codification EIA-96 est constituée de deux chiffres suivis d'une lettre. Les deux premiers chiffres représentent la valeur nominale de la résistance selon le tableau suivant.

Tableau 12-6. **Codification EIA-96 des résistances (1/2)**

Code	Valeur	Code	Valeur	Code	Valeur	Code	Valeur
1	100	25	178	49	316	73	562
2	102	26	182	50	324	74	576
3	105	27	187	51	332	75	590
4	107	28	191	52	340	76	604
5	110	29	196	53	348	77	619
6	113	30	200	54	357	78	634
7	115	31	205	55	365	79	649
8	118	32	210	56	374	80	665
9	121	33	215	57	383	81	681
10	124	34	221	58	392	82	698
11	127	35	226	59	402	83	715
12	130	36	232	60	412	84	732
13	133	37	237	61	422	85	750
14	137	38	243	62	432	86	768
15	140	39	249	63	442	87	787
16	143	40	255	64	453	88	806
17	147	41	261	65	464	89	825
18	150	42	267	66	475	90	845
19	154	43	274	67	487	91	866
20	158	44	280	68	499	92	887
21	162	45	287	69	511	93	909
22	165	46	294	70	523	94	931
23	169	47	301	71	536	95	953
24	174	48	309	72	549	96	976

Elle est suivie d'un coefficient multiplicateur constitué d'une lettre comme sur le tableau ci-contre.



Tableau 12-7. Codification EIA-96 des résistances (2/2)

Code	Multiplicateur
Z	0,001
Y or R	0,01
X or S	0,1
A	1
B or H	10
C	100
D	1 000
E	10 000
F	100 000

Exemples de codification EIA-96

01Y = 100 × 0,01 = 1 Ω

68X = 499 × 0,1 = 49,9 Ω

76X = 604 × 0,1 = 60,4 Ω

01A = 100 × 1 = 100 Ω

29B = 196 × 10 = 1,96 kΩ

01C = 100 × 100 = 10 kΩ

Il existe des compléments à cette codification permettant de connaître la précision de la valeur. Je vous conseille de vous reporter aux liens Internet figurant en annexe pour avoir une vue d'ensemble des règles qui, pour la plupart, ne sont pas nécessaires au dépanneur.

La puissance dissipée, quant à elle, est étroitement liée au type de boîtier et à ses dimensions, que ce soit pour un composant à fils ou de type CMS. Lors d'un remplacement, on prendra donc en compte la dimension du boîtier de la résistance afin d'éviter quelques échauffements incontrôlables en cas d'utilisation d'une résistance de moindre dissipation.

LES CONDENSATEURS

Le marquage des condensateurs à fils est le plus souvent présent et facile à déchiffrer. De plus, lorsqu'elle est importante ou absolument essentielle, la tension de service maximale est indiquée ainsi que la température de fonctionnement maximale ou la précision de la valeur.

Certains condensateurs utilisent le code couleur des résistances pour leur marquage. Les condensateurs CMS subminiatures ne sont quasiment jamais marqués. Seuls les condensateurs CMS électrochimiques de type capsule ou plat mais de taille relativement importante le sont. Leur polarité est également indiquée soit par une barre de couleur gris clair indiquant le pole positif, soit par le signe « + » ou le signe «- » ou les deux. Les condensateurs électrochimiques à fils mentionnent toujours clairement valeur, tension maximale de service et température.

Le marquage des condensateurs de petite taille est parfois difficile à interpréter car l'unité est rarement indiquée et il est possible de confondre des valeurs exprimées en nanofarads (nF) ou en picofarads (pF), notamment en ce qui concerne les condensateurs relativement anciens. Lorsque le code couleur des résistances est utilisé, il faut déterminer par quel trait de couleur ou anneau la valeur commence. Il faut bien avouer que c'est parfois ardu mais ce type de marquage est peu utilisé. Avec un peu d'habitude et une connaissance du circuit dans lequel il se trouve, vous n'aurez pas de mal à bien interpréter le marquage. Pour les pièces neuves, il est prudent, en cas de doute, de les tester avec un capacimètre et de les ranger par valeurs.

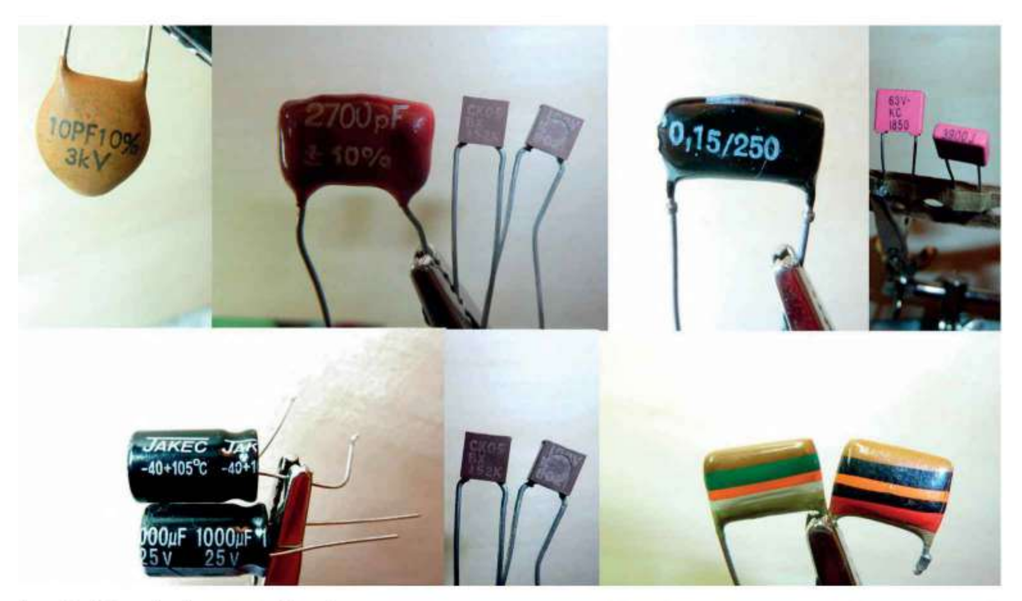


Figure 12-3. **Exemples de marquage de condensateurs**

Pour les condensateurs miniatures, il existe parfois des marquages du type N27, par exemple : cela signifie 0,27 nF alors que 4n7 signifiera 4,7 nF. Autre exemple : un marquage 102 sans précision d'unité signifie 1 000 pF.



Restons positifs ! La plupart des condensateurs sont bien marqués et facilement identifiables par le dépanneur, sauf bien entendu les condensateurs CMS miniatures qui restent sans valeurs.

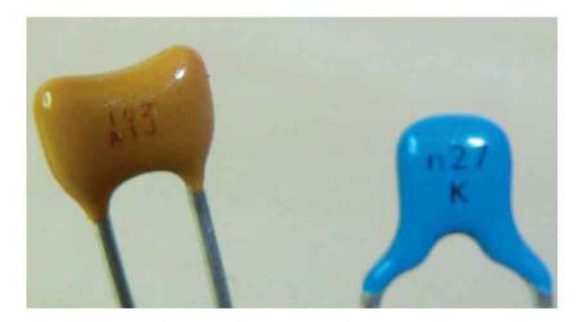


Figure 12-4. **Exemples de marquage codifié de condensateurs**

LES DIODES

Les diodes sont relativement souvent mises en cause dans les pannes des appareils électroniques. Parfois elles sont la cause directe d'une panne, parfois un autre composant aura pu détériorer une



diode voisine. Il faudra donc vérifier si la diode incriminée ne risque pas de se trouver à nouveau détériorée après son remplacement.

Faciles à identifier, les diodes sont le plus souvent correctement marquées. Toutefois, si la diode a surchauffé lors de sa destruction, son boîtier aura pu être détruit rendant son identification impossible si on n'a pas le schéma de l'appareil. Il est ainsi parfois difficile de savoir si la diode est de type classique, Zener ou Schottky. Or, le respect du type correct de composant est indispensable, et ses caractéristiques sont également importantes. Il ne faut jamais remplacer une diode à la légère sans avoir au préalable déterminé ses particularités au risque d'endommager le circuit dans lequel elle est utilisée.

Les diodes doivent toujours être identifiées par leur numéro de pièce, jamais par leurs caractéristiques (sur les feuilles de caractéristiques des fabricants). Ainsi, le type de diode (Zener, Schottky...) ne sera connu que par les feuilles de caractéristiques correspondantes au numéro de pièce.

Les diodes peuvent se classer selon trois catégories principales :

- les diodes miniatures de faible puissance (normales, Schottky ou Zener) ;
- les diodes de puissance (normales, Schottky ou Zener) ;
- et les ponts de diodes de faible ou forte puissance.

Les diodes miniatures à fils

Constituées d'un corps en forme de bâtonnet en verre ou plastique, leur marquage est souvent directement écrit sur la diode et peut être facilement lu avec une loupe. Certaines diodes de la série 1NXXXX sont aussi parfois marquées par des anneaux selon le code couleur des résistances en excluant le préfixe 1N (par exemple : jaune marron jaune gris pour 1N4148).



Figure 12-5. Exemples de marquage à anneaux de couleur (1N4148)

Dans tous les cas, le premier anneau du marquage est l'anneau le plus large. Il repère également la cathode de la diode. Si le marquage est en clair, un seul anneau est présent et indique la cathode.

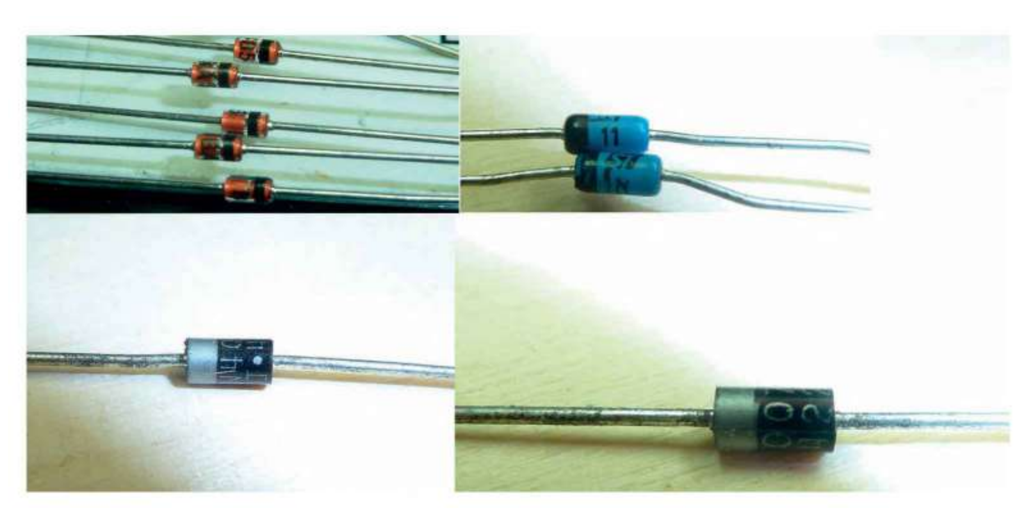


Figure 12-6. Exemples de marquage en clair des diodes miniatures



Figure 12-7. **Exemples de marquage en clair des diodes de moyenne puissance (redressement)**

Les diodes miniatures en boîtiers CMS

Les diodes de faible puissance et de faible tension inverse maximale sont souvent encapsulées dans des boîtiers de type CMS. En ce cas, leur marquage se fait selon un code à deux ou trois caractères. La cathode de ces diodes est repérée par une bande gravée ou grise, quelquefois par un point marqué ou gravé.

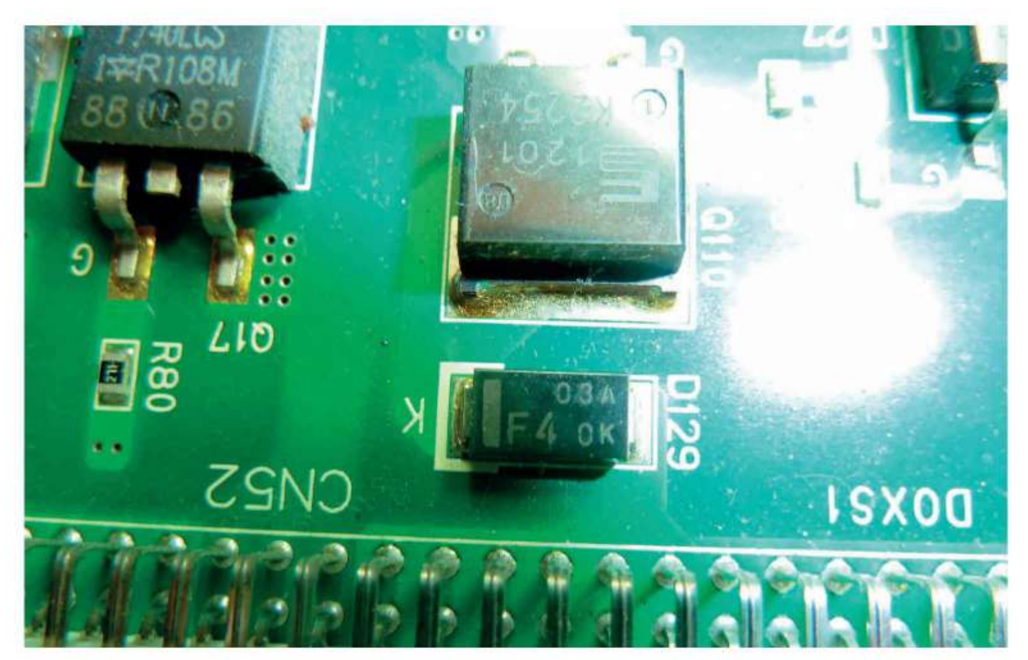


Figure 12-8. **Diode CMS marquée F4**

Les ponts de diodes

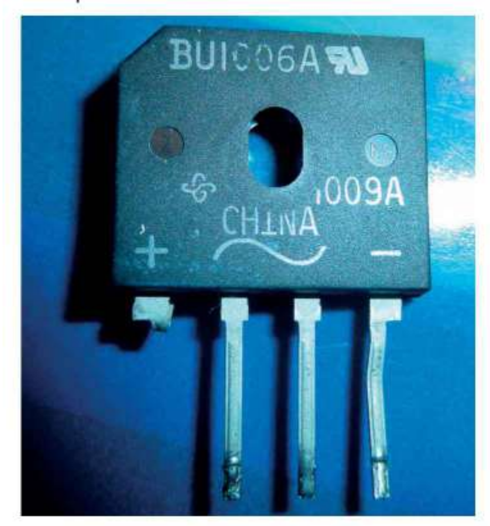


Figure 12-9. **Pont de redressement à quatre diodes**

Les diodes assemblées en pont sont le plus souvent des blocs redresseurs de courant pour les alimentations. Dans ce cas, elles sont encapsulées dans des boîtiers standards (TO220) par exemple, mais une même pièce peut se trouver déclinée en différents boîtiers. Attention, bien que la diode soit identique, sa dissipation thermique peut être différente selon le boîtier employé.

Les ponts de diodes peuvent comporter deux, ou deux fois deux assemblées selon une configuration à anode commune ou à cathode commune ou en série. Les ponts de diodes de redressement sont à deux diodes à cathode commune ou des ponts à quatre diodes. Cette fois encore, le marquage reprend le numéro de pièce du pont.

Lorsqu'il s'agit d'un pont de diodes de redressement, le marquage indique parfois les entrées du courant alternatif repérées par le signe « ~ » ainsi que les signes « + » et « – » indiquant les polarités de la tension redressée, comme dans la figure 12-9.

Tout comme les diodes, les ponts de diodes peuvent être de très faible puissance et tension inverse maximale, et être encapsulés dans des boîtiers de type CMS. En ce cas, leur marquage se fait selon un code à deux ou trois caractères.

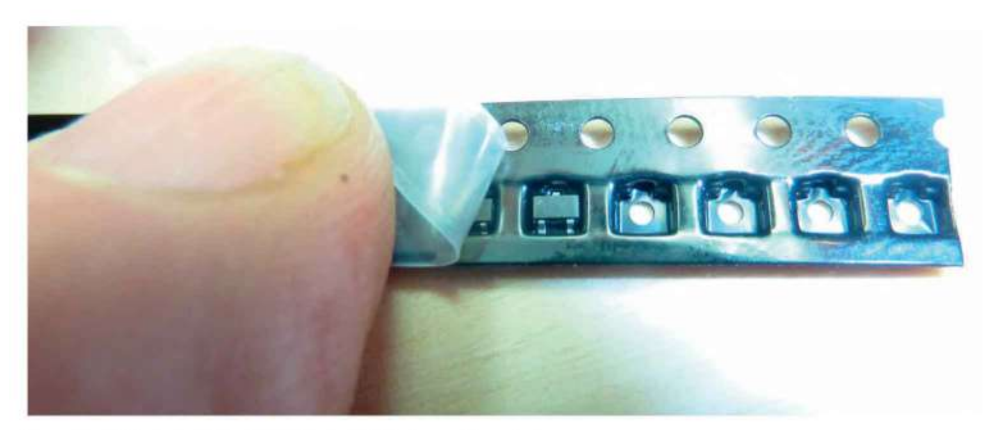


Figure 12-10. **Ponts de diodes BAV99W (code A7t) livrées en film perforé**

Codes de marquage des diodes et ponts de diodes CMS

Comme nous l'avons déjà indiqué plus haut, en raison de leurs très faibles dimensions, les diodes CMS ne sont pas marquées directement avec leur numéro de pièce mais avec un code qui renvoie à ce numéro. On peut trouver de multiples tables de correspondance avec ces codes ; certaines redondances conduisent parfois hélas à des erreurs d'identification. Ainsi, j'ai déjà rencontré un code

identifiant soit un pont de diodes, soit un transistor PNP, soit un transistor NPN ! Autre exemple, selon les tables trouvées sur Internet, le code F4 identifie un circuit BFS18R (équivalent à transistor BF495) ou un pont de deux diodes HSMP-3824 ou à la diode MMSZ52339 qui est une diode Zener. Bien entendu, le type de boîtier permet de s'y retrouver le plus souvent. Soyez donc très prudent dans la recherche de l'identification d'une diode ou d'un pont de diode CMS et ne tirez pas de conclusions hâtives.



Il existe de très nombreuses sources d'informations sur Internet dans ce domaine. Je recommande d'effectuer une recherche avec les termes « SMD Code Book » ou « SMD Marking Code » qui conduiront vers une multitude de documents intéressants.

Inutile de publier dans cet ouvrage les tables de correspondances tant elles sont nombreuses et sans cesse remises à jour, en fonction de l'arrivée des nouveaux composants. Il faut donc s'en remettre à des recherches sur Internet pour trouver les informations. Mais attention, ces informations proviennent pour la plupart de sites étrangers écrits en langue anglaise. Vous devez donc faire vos recherches en utilisant le sigle « SMD » *(Surface Mounted Device)* et non pas CMS (son équivalent en français).

Ainsi, on pourra rechercher par exemple « SMD diode code F4 ». Essayez : vous obtiendrez des centaines de réponses plus ou moins utiles, il faut alors trier pour trouver la bonne information.

Avec un peu de persévérance, de bon sens, une pointe de chance et quelques notions d'anglais technique, vous trouverez toujours l'information recherchée ; mais n'oubliez pas que la connaissance du type de composant recherché (ne pas confondre un pont de diode et un transistor), et de son type de boîtier, aidera à identifier le composant recherché.

LES INDUCTANCES

Vous aurez rarement à changer une inductance. En revanche, il est important de savoir les distinguer des autres composants lorsqu'on vérifie le circuit pour déterminer une panne. Un marquage existe sur les petites inductances, mais il n'est pas toujours évident de déterminer leur valeur – ce marquage étant parfois un numéro de référence. Cette fois encore, ce n'est presque jamais le problème. Par contre, la personne qui veut réaliser des équipements de radiocommunication aura besoin de connaître les valeurs des éléments utilisés.

Les inductances utilisées dans les alimentations à découpage sont pour la plupart exprimées en millihenrys (mH), les inductances utilisées en HF (hautes fréquences) sont en mH ou µH. Elles atteignent des valeurs en henrys (H) lorsqu'elles sont employées dans des filtres pour haut-parleurs ou dans les alimentations classiques de très fortes puissances. Pour les très petites inductances à fils axiaux se pose le problème de confusion avec les résistances, car leur format est identique et leur marquage utilise le code couleur des résistances !



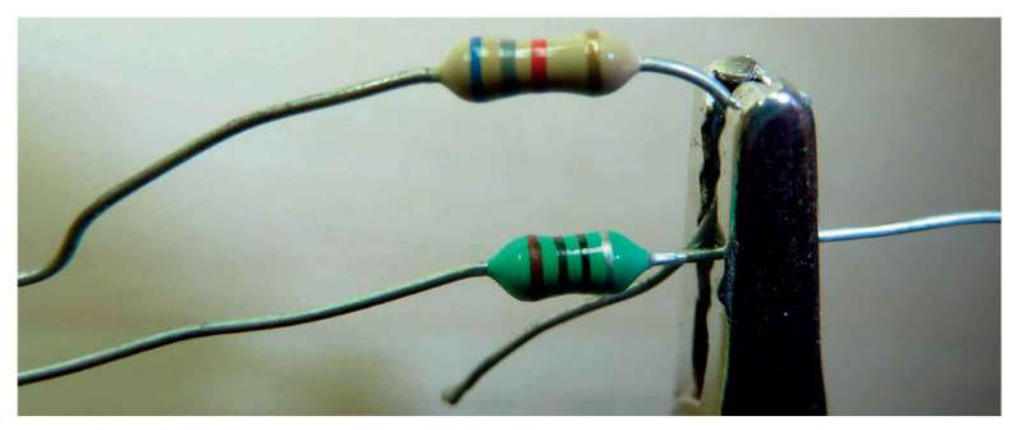


Figure 12-11. Laquelle est l'inductance, laquelle la résistance ?

LES AUTRES COMPOSANTS PASSIFS

Il existe tant de variétés de composants passifs que nous ne les passerons pas en revue. Ils ne présentent pas de difficultés particulières ou sont rarement mis en cause dans les pannes ou bien très peu utilisés : je pense aux Thyristors, aux Triacs, aux diodes spécifiques, aux varistors, thermistances, cellules photoélectriques, etc.

En général, si un de ces éléments vient à être défaillant, vous devrez le remplacer tel quel ou par un modèle très approchant (électriquement). Leur marquage étant parfois peu explicite, vous devrez souvent faire part d'imagination en vous guidant sur un schéma de l'appareil lui-même ou d'un appareil de même catégorie pour déterminer un remplaçant adéquat.

Composants actifs et circuits intégrés

LES TRANSISTORS

Les transistors se présentant sous forme de composants à fils sont en général marqués de façon explicite. Toutefois, un transistor 2SC2344 pourra parfois, faute de place sur le boîtier, être marqué C2344. Le marquage d'un transistor comporte fréquemment des indications relatives à la fabrication (numéro de lot, date de fabrication, code de l'usine, etc.). Ces informations se trouvent en général en dernier, il faudra bien entendu lire la bonne ligne d'information pour trouver la désignation du transistor…

Les transistors CMS sont eux marqués à l'aide d'un code à deux ou trois caractères, à la manière des diodes CMS. Certains codes sont communs aux diodes et aux transistors : cela pourra conduire à des erreurs d'interprétation lorsque le schéma de l'appareil n'est pas disponible.



Comme pour les composants passifs, vous trouverez sur Internet de très nombreuses sources d'informations relatives aux transistors, consultables en ligne ou téléchargeables.

LES CIRCUITS INTÉGRÉS

Tout comme les transistors à fils ou à broches, les circuits intégrés, qu'ils soient en boîtier CMS ou à fils traversant, sont en général correctement marqués et facilement identifiables. Cependant, bon nombre de circuits sont disponibles chez différents fabricants et, à ce titre, bien qu'équivalents, ils comportent des numéros de pièces différents. On retrouve en général la même racine dans les différentes fournitures.

Figure 12-12. **Marquage d'un circuit intégré HX8904TB (ligne 1)**

Comme pour les transistors, les circuits intégrés comportent, outre le numéro de pièce, des informations concernant la fabrication. Il est là encore nécessaire de faire la distinction entre l'identification de la pièce et les autres informations. Avec un peu d'habitude, on se rend compte que l'identification est en général sur la première ou la deuxième ligne du marquage si celui-ci en comporte plusieurs.

Dans certaines situations, il faut prendre garde quant à l'identification des composants. Si le numéro de pièce supposé n'aboutit jamais à une information précise et fiable relative à un composant électronique, il y a fort à parier qu'il s'agit d'un composant spécifique fabriqué spécialement par ou pour le constructeur de l'appareil et de ce fait protégé par des brevets exclusifs, et il est impossible de se procurer une pièce de remplacement pas plus que la documentation.



Une autre situation concerne les composants dits « programmables » ou les mémoires permanentes (ROM, PROM ou EEPROM). En effet, même si le numéro de pièce apparaît, ces composants sont en général préprogrammés par le constructeur et à ce titre, leur remplacement poserait le problème de la recharge des données ou de la reprogrammation. Certains appareils autorisent cette programmation à l'aide d'équipements connectés aux prises service. Ces derniers et les données de programmation ne sont en général pas accessibles aux particuliers mais réservés aux stations de dépannage agréées de la marque.

LES AUTRES COMPOSANTS ACTIFS

Il serait vain de vouloir citer tous les cas possibles. Comme il existe peu d'autres composants dits « actifs » utilisés en électronique grand public, vous ne rencontrerez très probablement pas de telles situations à part les Diacs, Triacs et Thyristors parfois utilisés dans les appareils possédant un chauffage (lave-linge, lave-vaisselle ou sèche-linge…).



ANNEXE A

RECHERCHE DE DOCUMENTATION

Les documents utiles

Il est très difficile, voire impossible de réparer un appareil électronique sans disposer d'un minimum de connaissances mais également de documentation technique. Par chance, pléthore de sites Internet proposent des milliers de documents qui intéresseront le dépanneur.

Avant d'entamer une recherche de documentation, on devra connaître les caractéristiques de l'appareil, notamment au niveau des possibilités fonctionnelles et des valeurs de tension d'alimentation et la puissance consommée indiquée (c'est un maximum qui ne devra jamais être atteint). Il existe pour cela des plaquettes commerciales des constructeurs ou des sites Internet indiquant les caractéristiques des appareils.

Le manuel utilisateur sera bien utile pour pouvoir modifier les réglages d'un appareil comme un téléviseur. De même, le manuel de maintenance (ou manuel de service) de l'appareil se révélera aussi très précieux. Malheureusement, il est souvent difficile et fastidieux de trouver ces deux documents. En l'absence de manuel de maintenance, la disponibilité des schémas des différents circuits sera d'un grand secours. Si vous ne disposez d'aucun de ces documents, la réparation sera plus délicate et longue, mais pas impossible. Vous devrez alors tenter le relevé toujours difficile du schéma directement sur le circuit imprimé, pour reconstituer le schéma d'une partie critique d'un appareil défaillant.

Certains sites proposent ces manuels en vente soit en téléchargement, soit via des CD de compilation. Pour ma part, bien que ces manuels soient souvent classés confidentiels, je les ai toujours trouvés en accès gratuit sur des sites techniques ou des forums de discussion spécialisés dans le dépannage électronique.

Attention, certains circuits ne sont pas documentés dans les manuels de maintenance et devront faire l'objet de recherches complémentaires pour trouver leurs caractéristiques et leur schéma. C'est le cas notamment des cartes d'alimentation (souvent achetées par les constructeurs de téléviseurs notamment et qui, de ce fait, ne les documentent pas), des cartes inverter (circuits d'alimentation de rétroéclairage des écrans) et des cartes T-Con (contrôle de la dalle écran des téléviseurs) qui font en général partie indissociable des dalles écrans.

S'il est parfois possible de trouver les schémas précieux des circuits d'alimentation, je n'ai quasiment jamais trouvé les schémas des cartes inverter et jamais des cartes T-Con. Que faire dès lors ? Plusieurs issues sont envisageables.

1 Pour ma part, je recherche d'abord les feuilles de caractéristiques *(datasheets)* des circuits intégrés principaux se trouvant sur la carte dont les circuits sont soupçonnés de défaillance. En effet,

ces petites documentations techniques créées par les fabricants des circuits indiquent le principe de fonctionnement et le schéma typique d'utilisation. Les concepteurs des alimentations s'en inspirent souvent très largement, permettant ainsi de s'y retrouver en analysant le fonctionnement (ou plutôt le dysfonctionnement) du circuit.

2 Une recherche par la référence d'un circuit intégré permet parfois également de trouver des documents précieux pour le dépanneur.

3 En dernier ressort, il faudra relever, au moins partiellement, le schéma en inspectant la carte avec une loupe puissante pour suivre les interconnexions et ainsi pouvoir comprendre le fonctionnement de la partie incriminée.

4 Enfin, et ce n'est pas la moindre des aides nécessaires au dépanneur, la recherche dans les forums techniques apportera souvent des informations essentielles. Les appareils ont des points faibles qui provoquent la plupart des pannes. Il est bien rare qu'aucun autre utilisateur des forums n'ait rencontré la même panne ou un cas similaire qui pourra servir de guide.

En résumé, les documents suivants, qu'il est bon de chercher préalablement à toute réparation, seront appréciables et feront gagner du temps au technicien :

- présentation sommaire de l'appareil (document commercial) ;
- manuel de l'utilisateur ;
- manuel de service ou maintenance ;
- schémas complémentaires le cas échéant ;
- feuilles de caractéristiques *(datasheets)* des composants utilisés ;
- on appréciera parfois des tutoriels indiquant comment démonter ou réparer un appareil.

Tout cela, il faut se le rappeler, se trouve en général gratuitement sur Internet. Inutile de préciser que, quelques années auparavant, sans Internet, la documentation nécessaire était si volumineuse et coûteuse que le dépannage était peu abordable. De ce fait, on a un peu perdu le réflexe de réparer au lieu de remplacer et donc de jeter. Heureusement, aujourd'hui, le recyclage des appareils est plus aisé et abordable et, pour l'amateur, souvent rentable.

La visualisation des documents sera parfois possible directement à l'écran d'un ordinateur ou d'une tablette numérique. Cependant, étant donnée la densité d'informations à voir, notamment au niveau des schémas, le recours au papier est souvent requis afin d'avoir une vue globale d'un circuit. L'ordinateur servira, en complément à effectuer des recherches dans le texte du document.

La plupart des documents se présentant sous forme de fichiers de type PDF, vous pourrez aisément imprimer de multiples feuilles A4 permettant de reconstituer un format A3, A2 voire A0 quand cela sera nécessaire grâce aux options d'impression en multiples feuillets. De même, un format livret permet d'imprimer par demi-feuille A4 un manuel, qui sera ensuite facilement relié par agrafage.

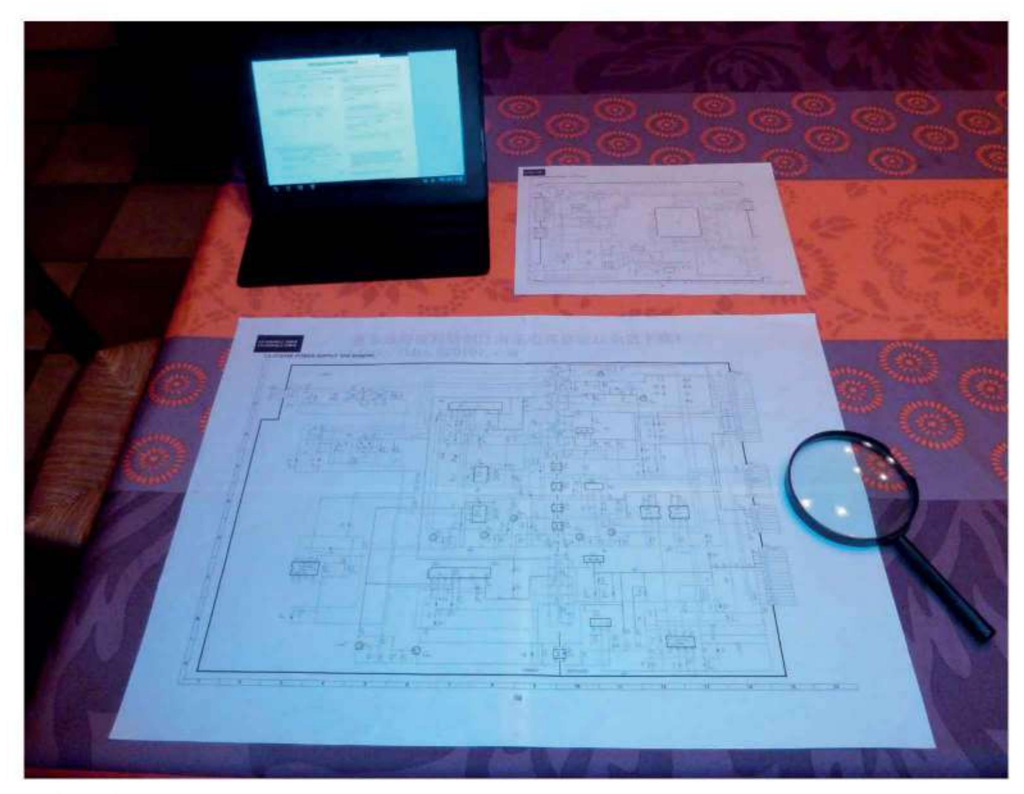


Figure A-1. Visualisation des documents : de la tablette au format A2

Méthodes de recherche

Il faut savoir que les téléviseurs, les écrans informatiques, les appareils hi-fi et autres, ont en général une dénomination commerciale qui est celle inscrite au dos de l'appareil. Ils sont souvent commercialisés sous plusieurs modèles différents au niveau de leur dénomination et/ou de leur taille d'écran mais utilisent les mêmes circuits ou des variantes de ceux-ci.

C'est ainsi qu'on parle de « châssis » pour les téléviseurs par exemple et c'est souvent sous la dénomination de ce châssis qu'on trouvera les documents de maintenance. Il est donc prudent dans sa recherche d'identifier le châssis de l'appareil. Pour les autres appareils, la recherche est limitée à la dénomination de l'appareil en lui-même.

Attention, on écrit en français « châssis » et en anglais *chassis*. La plupart des documents étant en langue anglaise, omettez l'accent sur le « a » dans vos recherches. Vous pourrez bien entendu vous servir des moteurs de recherche traditionnels d'Internet pour trouver les informations recherchées.

Malheureusement pour ceux qui n'ont pas la chance de parler anglais, bon nombre de documents techniques sont dans la langue de Shakespeare. Ce sera également très souvent le cas des forums de discussion, et il faudra alors utiliser des traducteurs en ligne qui, sans être parfaits, vous aideront à la compréhension du texte.

Sachez également qu'il y a un important intérêt pour les appareils grand public dans les pays de l'est de l'Europe, notamment en Pologne, Roumanie, Russie, etc. On trouvera sur les sites web de ces pays des informations techniques et des documents souvent enrichissants.

PREMIÈRE RECHERCHE SUR INTERNET

Utilisez le numéro du modèle d'appareil en cherchant avec plusieurs déclinaisons : par exemple « LE32S86BDX » ou « LE32S86BD » ou « LE32S86 ». Cela vous conduira en particulier sur les sites décrivant les caractéristiques des appareils mais aussi sur les forums de discussion.

Vous pourrez ensuite rechercher la notice utilisateur : par exemple, « LE32S86BDX manuel », ou « LE32S86BDX manual », ou encore « LE32S86BDX notice », ou peut-être « LE32S86BDX user ».

Puis recherchez le châssis par exemple « LE32S86BDX chassis », les manuels de maintenance « LE32S86BDX maintenance » ou même « LE32S86BDX service », etc.

RECHERCHES SUIVANTES

Les premiers documents réunis, déterminez leur contenu dans les grandes lignes pour éventuellement identifier les carences (composants utilisés manquants, schémas de cartes non documentées, par exemple). C'est alors que va pouvoir commencer la recherche de la ou des pannes. Au fur et à mesure de la progression, il sera nécessaire et peut-être souhaitable d'effectuer des recherches complémentaires afin de mieux comprendre le fonctionnement des parties incriminées. Inutile en effet des rechercher toutes les feuilles caractéristiques de tous les composants utilisés, ce serait fastidieux, alors que la panne sera le plus souvent circonscrite autour de quelques composants.

Rechercher tous les circuits prendrait aussi des heures qu'il est préférable d'utiliser pour isoler la panne à une portion de circuit, pour comprendre le fonctionnement puis le dysfonctionnement.

Vous pourrez également consulter les forums techniques pour trouver les termes de recherche associés à la panne ou à ses symptômes. La plus simple (mais souvent efficace) des recherches est par exemple : « LE32S86BDX problème » ou « LE32S86BDX problem ». En étant plus précis : par exemple « LE32S86BDX voyant clignotant » ou par exemple « LE32S86BDX blink ».

En cas d'échec, persévérez et restez créatif en ayant recours à des mots-clés variés qui parfois mènent au but – il est rare qu'aucune documentation ne soit disponible pour un appareil donné, mais cela peut arriver. En tous cas, ne négligez jamais les sites étrangers, notamment russes ou des pays de l'Est qui regorgent d'informations. Les traducteurs en ligne vous aideront si nécessaire dans vos recherches.

En la matière, l'imagination est au pouvoir et c'est en cherchant, recherchant, affinant, détaillant sa recherche qu'on finit presque toujours par trouver l'élément informatif déterminant.



RECHERCHE DE COMPOSANTS

Une recherche parfois difficile

La diversité et le nombre de composants différents équipant les appareils électroniques modernes sont extrêmement importants. Le temps où les appareils étaient constitués de composants de base assemblés entre eux est révolu. La forte intégration liée à la complexité des circuits mis en œuvre et aux progrès techniques a contribué à développer cette grande variété. La conséquence est la multiplication des circuits spécifiques, souvent liés à un constructeur d'appareils, et l'augmentation de la difficulté à se procurer les composants, hormis les éléments de base toujours aisés à trouver.

Un autre phénomène également à prendre en compte est l'obsolescence rapide des circuits toujours due à l'amélioration constante des performances et des technologies de fabrication, ceci rendant parfois ardue la recherche d'un composant de substitution.

Dès lors, chacun comprendra que se procurer les composants n'est pas toujours facile et que la quantité et la diversité des composants utilisés interdisent d'avoir son propre stock. Cela rend le dépannage plus ardu et il faut avoir la quasi-certitude que le composant incriminé est bien défaillant pour ne pas perdre temps et argent.

Les difficultés d'approvisionnement, le temps d'acheminement des composants commandés et parfois le coût élevé des circuits recherchés rend le diagnostic précis d'autant plus nécessaire. Ce n'est malheureusement pas toujours facile et parfois il faudra se résigner à admettre son erreur lorsque, l'élément neuf étant ressoudé, l'appareil présente toujours la même panne. Vous devrez aussi parfois admettre votre incapacité à dépanner un appareil au niveau « composants » quelle qu'en soit la raison et rechercher la carte circuit imprimé ou le sous-ensemble de rechange complet.

Selon ce que vous recherchez, vous pourrez vous procurer des composants : en magasin, sur Internet (boutiques en ligne, sites d'enchères ou de petites annonces en ligne), par récupération sur des appareils mis au rebut (pour d'autres raisons).

COMPOSANTS DE BASE

Vous pourrez en général vous approvisionner en composants de base dans un magasin local (par exemple, Conrad, Selectronic, Espace Composants Électroniques ou Électronique Diffusion en France). Il sera aisé de substituer un composant par un autre (forme différente, par exemple) ou de remplacer un élément par un autre (identique électriquement mais plus endurant : condensateur avec tension d'isolement supérieure par exemple).

Composez-vous un stock minimal de ces composants pour pouvoir faire des essais de remplacement.

Parmi eux, on peut citer les résistances, les condensateurs classiques et électrochimiques, les diodes et diodes Zener, quelques transistors bipolaires et MOSFET les plus courants et des fusibles bien entendu.

COMPOSANTS SPÉCIFIQUES

Les composants spécifiques sont les plus complexes à trouver et n'hésitez pas à « fouiller » sur Internet. Vous devrez bien souvent explorer les sites étrangers, quelquefois vous résoudre à les acheter en quantité multiple et surtout avoir la patience d'attendre leur expédition souvent longue (au minimum deux à trois semaines pour les composants achetés en Chine, par exemple).

Parfois vous devrez, mais cela n'est pas souvent possible, trouver un composant équivalent (cas des régulateurs de tension par exemple) mais d'un autre fournisseur de composants. C'est généralement en cherchant un composant qu'on trouve l'indication d'un équivalent ou d'un remplaçant plus facile à se procurer.

Prix des composants

Le coût des composants peut varier du simple à six ou sept fois le prix d'un fournisseur à l'autre sans qu'une justification de qualité soit réelle. Soyez prudent vis-à-vis des composants de mauvaise qualité (condensateurs, piles, etc.) mais aussi des vendeurs qui exagèrent. Avec un peu d'expérience, vous trouverez des composants de qualité à un prix abordable et des vendeurs honnêtes.

CARTES OU CIRCUITS ASSEMBLÉS COMPLETS

Cette fois également, la chasse va être parfois ardue, les fournisseurs proposent des circuits neufs, ou des cartes d'occasion. Il existe en France (mais aussi dans bon nombre de pays européens ou non), des boutiques web importantes proposant ces circuits assemblés, testés neufs ou d'occasion. Dans cette offre pléthorique, les prix s'échelonnent du simple à plus de dix fois le prix de base pour un même article selon que le produit est neuf, d'occasion garantie ou vendu par un particulier avec souvent peu de recours si le circuit se révèle être défectueux.

Restez vigilant et n'hésitez pas à contacter le vendeur quand cela est possible afin de déterminer la provenance de l'objet convoité et sonder ses compétences à déclarer le circuit fonctionnel. Les cas que j'ai rencontrés où les pièces étaient défectueuses sont heureusement rares, et les vendeurs sont pour la plupart parfaitement intègres. Il reste néanmoins les gens qui ne manquent pas d'honnêteté, certes, mais qui, un peu légèrement, affirment, sans avoir la compétence d'en être sûr, que le circuit est fonctionnel.

Récupérer des composants

Bon nombre de pannes obligent à changer des circuits imprimés assemblés en totalité ; il est bon alors de les conserver afin de pouvoir récupérer soi-même des composants.

Ne conservez pas les composants du type « condensateurs électrochimiques » qui vieillissent rapidement, surtout en restant hors tension. En revanche, gardez les autres composants, dès lors que vous pensez qu'ils sont bons.

Si une carte principale d'un téléviseur a été remplacée suite à une panne de son, on peut imaginer que les composants autres que ceux utilisés dans le circuit audio sont fonctionnels. De même, on pourra substituer un composant monté en surface (diode, résistance, etc.) par un composant à fils lors des essais et récupérer un CMS équivalent sur une autre carte pour finaliser le dépannage.

Nous l'avons vu précédemment, la récupération n'est pas toujours facile pour les composant montés en surface (CMS) mais le jeu en vaut souvent la chandelle. Avec un peu d'entraînement, cela devient facile au moins pour les composants passifs et les transistors présentant un faible nombre de connexions à dessouder puis à ressouder, contrairement aux circuits intégrés plus fragiles et délicats à manipuler.

Conservez les cartes des circuits imprimés hors d'usage car bon nombre de composants peuvent être récupérés dans les parties non défectueuses, permettant ainsi d'économiser l'achat de composants, au moins lorsqu'on est au stade des essais de réparation.

Où acheter les composants ?

Soyons clairs, il est impossible de trouver tout ce dont on a besoin pour réparer les appareils dans les quelques magasins cités plus haut. Ceux-ci regorgent de composants de base et d'outils, d'appareils de mesure et de matériels parfois inutiles au réparateur à la recherche d'éléments de remplacement. Bien entendu, Internet vient là encore au secours du dépanneur. On commencera par les sites d'enchères en ayant le réflexe d'étendre la recherche aux sites internationaux. C'est le plus simple et le plus sûr moyen de trouver ce qu'on recherche. Inutile de rappeler que les composants sont le plus souvent fabriqués en Asie, pour ne pas dire en Chine : ne pas hésiter donc à solliciter des vendeurs de tous les pays. Pour ma part, je peux affirmer n'avoir jamais été déçu par ces vendeurs souvent professionnels. Le seul reproche qu'on peut faire est la lenteur et parfois le coût élevé de l'expédition alors que, sûr de son diagnostic, on est impatient d'essayer et de valider la réparation. De plus, la plupart des vendeurs acceptent le retour en cas de réception d'un matériel cassé ou en panne. C'est rare, mais cela peut arriver notamment au niveau des petits écrans LCD qu'on ne trouve pas en magasin.

En dehors de l'Union européenne, il faut parfois payer des taxes d'importation et droits de douane, et cela doit être pris en compte lorsqu'on décide un achat à l'étranger. Les commandes de composants se résumant toujours à des sommes faibles, les taxes sont rarement réclamées par l'administration. Il en sera différemment lors de l'achat d'une pièce coûteuse.

Reste les moyens de paiement. Pour ma part je demeure réticent à communiquer mon numéro de carte de paiement à des vendeurs inconnus ; la plupart acceptent les sites de paiement à distance dont Paypal où les virements évitent les soucis fréquents avec les cartes. Là encore, je peux vous affirmer n'avoir jamais eu un quelconque problème.

N'hésitez pas à rechercher les pièces de remplacement dans le monde entier, tant l'offre est réduite et souvent localisée en Asie ou en Amérique du Nord.



SITES WEB UTILES

Impossible de citer tous les sites Internet intéressants, tant ils sont nombreux et variés, mais en voici quelques-uns à connaître. La plupart sont en anglais, mais l'anglais technique est très rapidement compréhensible avec un peu de persévérance, même sans utiliser de traducteur automatique.

Formation théorique

Traduction

www.unlimited-translate.org

http://translate.google.com/?hl=fr

www.reverso.net/text_translation.aspx?lang=FR

Cours de vulgarisation sur l'électronique

www.electronics-tutorials.ws/index.html

Informations sur les appareils

Caractéristiques, tests et avis

www.lcd-compare.com

www.samsung.com

www.p4c.philips.com ou www.philips.fr

www.lesnumeriques.com

www.materiel.net

www.otest.fr

Notices d'utilisation

www.mesnotices.fr

www.apreslachat.com

Consultez également les sites des constructeurs.

Manuels de maintenance

www.tons-service-manuals.com

www.eserviceinfo.com

www.elektrotanya.com

www.i-lap.com

www.fr.scribd.com

www.slashdocs.com

www.manual-download-station.com

Correspondance modèle-châssis

www.english.electronica-pt.com

Matériel

Vente de composants et d'outillage

web1.ibcfrance.fr

www.elecdif.com

www.selectronic.fr

www.conrad.fr

www.indipc.fr

www.rs-particuliers.com

Vente de produits chimiques

www.1001aerosols.com/fr

www.mon-droguiste.com

Identification et marquage des composants

www.marsport.org.uk/smd/mainframe.htm

www.hobby-hour.com/electronics/smdcalc.php

www.talkingelectronics.com/projects/ResistorsMadeEasy/SMD-Resistors-EIA-Markings.html

www.diodes.com/products/marking_code_xref.pdf

www.stud.usv.ro/~ttudurean/image/SMD/THE%20SMD%20CODE%20BOOK.pdf

www.frankshospitalworkshop.com/electronics/documents/SMD-Codes_Databook.pdf

http://alltransistors.com/fr

Informations sur les composants

http://alain.canduro.free.fr/condos.htm

http://daniel.robert9.pagesperso-orange.fr/Les_composants_electroniques2.html

http://xizard.chez.com/Cours/Condensateur_composant1.htm

http://alltransistors.com/fr

Appareils de mesure, logiciels et tutoriels

www.hfc-audiovisuel.com

www.electronics-lab.com/downloads/pc/index.html

www.sonelec-musique.com/electronique_bases_tutoriel_soudure.html

www.ehow.com/info_7883855_basics-mosfet-channels.html

www.simplytechno.net/#!tutoriels-electroniques/c1ips

http://ressources.univ-lemans.fr/AccesLibre/UM/Pedago/physique/02/cours2.html

www.electronics-tutorials.ws

Forums techniques

www.teleservice.xooit.fr

www.commentcamarche.net

www.badcaps.net

http://experts-univers.com

www. forums.futura-sciences.com

www.fixya.com

www.abcelectronique.com

www.teleservice-depannage.com

www.lelectronique.com



ANNEXE D

GLOSSAIRE

A-DIM ou Analog-Dim : désigne le réglage de la luminosité d'un circuit de rétroéclairage par application d'une tension continue (réglage statique). En général, plus la tension est élevée (quelques volts), plus la luminosité est importante.

ATX et µATX : désigne le format des boîtiers d'ordinateurs et le type des alimentations utilisées.

ATA S-ATA : voir IDE.

B-DIM ou PWM-Dim ou PWM : réglage dynamique de la luminosité d'un circuit de rétroéclairage qui permet un réglage variable par la carte de contrôle (SSB) en fonction du contenu de l'image, augmentant ainsi artificiellement le contraste des écrans. Ce réglage se fait par application d'un signal rectangulaire à rapport cyclique variable.

BF (basses fréquences) : indique le domaine de fonctionnement des circuits dans le spectre des fréquences audibles.

BGA *(Ball Grid Array)* : désigne les circuits intégrés à très haute densité dont les connexions avec leur circuit imprimé se fait par fusion de bille de soudure placées sous le composant.

BIOS : paramètres de base des circuits de contrôle des périphériques de l'ordinateur.

Bipolaire : se dit d'un transistor à jonction de type PNP ou NPN.

Carte mère : carte principale ou unique d'un appareil.

CCFL *(Cold Cathode Fluorescent Lamp)* : qualifie les tubes néon du rétroéclairage d'un écran LCD.

CMS (composant monté en surface) : composants de très petites dimensions se soudant directement sur la surface du circuit imprimé et ne possédant pas de fils traversant. Ils constituent la majorité des composants passifs et actifs utilisés dans l'électronique moderne.

COF *(Chip On Film)* : circuits intégrés très spécifiques directement soudés par ultrason sur les câbles plats films reliant les circuits traditionnels d'une dalle écran (LCD ou plasma) à la dalle elle-même.

CPL (courant porteur en ligne) : désigne les adaptateurs réseau transmettant les signaux par le réseau électrique d'une habitation. On parle d'adaptateur CPL ou de prise CPL.

Datasheet : fiche technique relative à un composant ou un écran.

Desktop : littéralement « dessus de bureau ». Qualifie un boîtier d'ordinateur personnel se plaçant horizontalement sur une table.

DLP *(Digital Light Processing)* : technologie utilisée dans les vidéoprojecteurs via la technique des micromiroirs (puces DMD) réfléchissant la lumière sous l'influence d'un signal électrique et permettant la représentation d'une image monochrome. Cette technologie, combinée à une roue

chromatique à segments angulaires, correspondant aux filtres de couleurs fondamentales parfois complétées par le blanc et les couleurs complémentaires (cyan, magenta, jaune), tournant de façon synchrone et à haute vitesse devant l'objectif, permet de reproduire une image en couleurs.

DMD *(Digital Micromirror Device)* : nom de la puce électronique composée de micromiroirs contrôlés par une tension électrique et destinée à reproduire une image monochrome (voir DLP).

EPROM *(Erasable Programmable Memory)* : mémoire programmable à lecture uniquement mais qui peut être effacée (en général par des rayons ultraviolets) et réinscrite.

EEPROM *(Electrically Erasable Programmable Memory)* : mémoire programmable à lecture qui peut être effacée par des signaux électriques d'effacement (processus lent) et réinscrite.

HF (hautes fréquences) : indique le domaine des fréquences utilisées par les circuits en radiodiffusion.

IDE *(Integrated Drive Electronics)* : également connue sous le nom ATA *(Advance Technology Attachement)***,** désigne l'interface de liaison des mémoires de stockage (disques, CD/DVD/Blu-ray…) à l'ordinateur. Le connecteur utilisé est également propre à cette interface. Les signaux sont transmis sous forme parallèle. Remplacée par l'interface S-ATA ou « Serial ATA », plus rapide, au connecteur plus réduit.

IGBT *(Insulated Gate Bipolar Transistor)* : en français, transistor bipolaire à grille isolée. Il s'agit de la combinaison entre un transistor NPN et un MOSFET. L'IGBT se comporte comme un transistor NPN classique au niveau émetteur-collecteur, mais sa base est remplacée par la grille d'un transistor MOSFET. Ainsi, il conserve les caractéristiques intéressantes du transistor à jonction au niveau de la conduction mais ne nécessite aucune puissance en entrée. Les IGBT sont surtout utilisés en commutateurs dans les circuits de puissance à tension élevée.

Inverter : circuit générant les tensions d'alimentation du rétroéclairage à haute tension (CCFL) ou basse tension (LED). Il peut être intégré à la carte principale (petites TV), séparé faisant alors partie intégrante de la dalle écran ou incorporé à la carte alimentation principale de l'appareil.

JFET : transistor à effet de champ de première génération.

LCD *(Liquid Crystal Display)* : ou afficheur à cristaux liquides. Ce sigle couvre toutes sortes de dispositifs d'affichage à cristaux liquides qui, sous l'effet d'un signal électrique, sont soit transparents, soit opaques, permettant ainsi l'affichage commandé par un dispositif électrique ou électronique. On trouvera des dispositifs LCD très simples : afficheur numérique monochrome à sept segments, afficheur d'une montre à quartz ; et des afficheurs multilignes alphanumériques (chaînes hi-fi…) ou des écrans de visualisation pour les ordinateurs ou les téléviseurs et comportant plusieurs millions de pixels.

LED/DEL (*Light-Emitting Diode* ou diode électroluminescente) : qualifie les diodes lumineuses utilisées dans le rétroéclairage des écrans de type LED ou comme voyants.

LVDS *(Low Voltage Differential Signaling)* : qualifie l'interface normalisée des signaux (envoyés par paire complémentaire : négatif et positif) à un écran LCD/LED par les circuits de contrôle. Ces signaux comprennent en général trois signaux vidéo et un signal d'horloge « clock ». Leur amplitude est de l'ordre de 250 à 450 mV crête à crête ; ils sont décalés de +1,2 V. L'impédance des circuits est de 100 Ω.

Carte LVDS ou T-Con : carte située au dos de la dalle écran, en général sous un blindage métallique, qui comprend les circuits d'alimentation, contrôle, multiplexage et démultiplexage de la matrice de

l'écran. Cette carte fait partie intégrante de la dalle écran et n'est pas vendue séparément. LVDS signifie *Low Voltage Differential Signaling*, T-Con signifiant *Timing Control*.

DVBC-DVBT *(Digital Video Broadcasting)* : norme de transmission de la télévision numérique, déclinée en « terrestrial » c'est-à-dire réception par antenne ou « câble » réception par câble. Le sigle TNT est utilisé en France.

MKP *(Metallisierter Kunststoff Polypropylen)* : type de condensateurs à film plastique métallisé souvent en boîtier perpendiculaire dont une des propriétés intéressantes est la bonne tenue en régime impulsionnel (alimentations à découpage par exemple). Il existe des catégories voisines MKT et MKS.

MKS : voir ci-dessus.

MKT : voir ci-dessus.

MOSFET *(Metal Oxyde Semi-conductor Field Effect Transistor)* : transistors à effet de champ ayant des résistances très faibles lorsqu'ils sont conducteurs, évitant les pertes donc l'échauffement excessif des circuits de puissance. Ils sont souvent utilisés en interrupteur dans les circuits des alimentations à découpage. Il existe les modèles à « enrichissement » qui sont les plus courants et les modèles à « appauvrissement » moins fréquents. Ces deux types ne sont pas interchangeables.

PCMCIA *(Personal Computer Memory Card International Association)* : norme d'interface utilisée dans les ordinateurs portables. Utilisée également dans les téléviseurs pour recevoir les cartes de décryptage des chaînes TNT. Les cartes PCMCIA sont aussi appelées « PC Cards ».

PFC *(Power Factor Correction)* : dispositif permettant de minimiser les perturbations électriques et les pertes de puissance dues aux circuits d'alimentation selon les normes en vigueur.

Preconditionner : ensemble de circuits électroniques assurant le respect des normes en matière de pollution électrique du réseau (voir PFC).

PSU *(Power Station Unit)* : désigne l'ensemble des circuits d'alimentation de l'appareil situés sur une carte de circuit imprimé parfois à l'intérieur de l'appareil ou sur la carte unique (petits appareils), parfois à l'extérieur (bloc alimentation externe) ou sous forme d'un bloc séparé (voir les ordinateurs). Ces alimentations sont à ce jour, pour la plupart, des alimentations à découpage qui réduisent le volume des appareils et possèdent un meilleur rendement électrique. Elles sont aussi plus fragiles.

Push-pull : en français, littéralement : pousser-tirer. Type de circuit électronique utilisé dans les alimentations à découpage, les amplificateurs audio et tout appareil mettant en jeu des fortes puissances. Ces circuits utilisent une technique de montage symétrique de transistors l'un « tirant », l'autre « poussant » le courant dans un transformateur en général. Ils nécessitent un appairage des transistors employés pour une parfaite symétrie du fonctionnement.

PWM *(Pulse Width Modulation)* : modulation par variation du rapport cyclique d'un signal rectangulaire. Voir B-DIM pour son utilisation par les inverters.

RAM *(Random Access Memory)* : mémoire à accès lecture/écriture.

RDS *(Radio Data System)* : procédé permettant la diffusion d'informations par les stations de la bande FM. Il s'agira par exemple de l'heure, du nom de la station, du titre et nom de l'interprète d'une chanson en cours de diffusion… mais aussi d'informations permettant la recherche et le basculement automatique du récepteur d'un émetteur à l'autre lors des déplacements, assurant ainsi une continuité de la réception (autoradio).

ROM *(Read Only Memory)* : mémoire programmable ne permettant que la lecture des données inscrites une fois pour toutes à l'initialisation ou à la fabrication. Voir aussi EPROM et EEPROM.

SMD *(Surface Mounted Device)* : voir CMS.

SMPS *(Switched Mode Power Supply)* : alimentation à découpage. Voir PSU.

SSB *(Small Signal Board)* : carte en charge du traitement de l'ensemble des signaux de faible niveau ou carte de contrôle et décodage du téléviseur en opposition avec la ou les cartes d'alimentation.

SSD *(Solid State Disk)* : nouveaux supports de stockage rapide appelés à tort « Disk » car il s'agit en fait d'une mémoire permanente de type de celle des clés USB ou cartes mémoire mais beaucoup plus rapide en accès, lecture et écriture qu'un disque dur rotatif et… beaucoup plus onéreuse.

TNT (Télévision numérique terrestre) : système numérique de transmission de la télévision permettant une bien meilleure qualité pour une même utilisation des fréquences disponibles. Voir aussi DVBT et DVBC.

Touchpad : en français « pavé tactile », il s'agit de la surface tactile située sous le clavier d'un ordinateur portable et qui fait office de souris.

Tuner : petit boîtier métallique situé sur la carte SSB recevant les signaux de l'antenne de toit ou du câble et permettant le raccord du téléviseur sur les différents canaux hertziens ou câblés disponibles. Il existe des tuners uniquement analogiques, numériques (TNT) ou mixtes encore appelés « hybrides ».

USB *(Universal Serial Bus)* : norme de liaison de type série universellement présente sur les ordinateurs. Elle se décline en trois versions USB1, USB2 et USB3 compatibles de façon ascendante, et dont la vitesse de transfert croît avec la version. L'interface physique permet l'autoalimentation ou la recharge des périphériques qui lui sont connectés (clés mémoire, téléphones mobiles, disques durs, etc.)

VGA *(Video Graphics Array)* : désigne un type d'interface des signaux vidéo en mode analogique (cas des ordinateurs mais aussi parfois d'autres appareils vidéo ou de mesure). On parlera aussi de « connecteur VGA », standard de connexion des écrans moniteurs vidéo d'ordinateur, qui possède 15 broches et est de type femelle en sortie d'ordinateur. On parlera également de « câble VGA » et de « résolution » VGA (640 × 480 pixels). Il existe également les résolutions SVGA (800 × 600), XVGA (1 024 × 768) et SXVGA (1 280 × 960).

Wrapping : technique de réalisation de connexions sur des prototypes, les liaisons se font par enroulage d'un fil très fin (jauge AWG 30 soit 0,254 mm de diamètre) autour de plots de connexion à l'aide d'outils spécifiques.

Xaddress ou Xaddress-buffers : circuits générant les signaux d'adressage des pixels dans un écran plasma.

Xdata : appellation identique à X-address chez certains constructeurs.

X-main : appellation identique à Z-sustain chez certains constructeurs.

Y-main : appellation identique à Y-scan chez certains constructeurs.

Y-scan : circuits générant les signaux de balayage des lignes dans un écran plasma.

Y-buffers : circuits délivrant les signaux de balayage des lignes aux électrodes Y-scan d'un écran plasma.

Z-sustain : circuits générant et délivrant les signaux de maintien à un écran plasma.



INDEX

D

E

F

G

H

I

J

L

M

T

U

V

W

X

Y

Z